

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

GUILHERME ROBERTO DA SILVA

**PROPOSTA DE CONTROLE DA QUALIDADE NO PROCESSO
DE ELEVAÇÃO DE ALVENARIA EM UMA OBRA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Florianópolis
2016

GUILHERME ROBERTO DA SILVA

**PROPOSTA DE CONTROLE DA QUALIDADE NO PROCESSO
DE ELEVAÇÃO DE ALVENARIA EM UMA OBRA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil, da Universidade
Federal de Santa Catarina, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Civil.

Orientador: Dr. Antônio Edésio Jungles.

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

da Silva, Guilherme Roberto
PROPOSTA DE CONTROLE DA QUALIDADE NO PROCESSO DE
ELEVÇÃO DE ALVENARIA EM UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL /
Guilherme Roberto da Silva ; orientador, Antônio Edésio
Jungles - Florianópolis, SC, 2016.
171 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. QUALIDADE DE CONFORMAÇÃO. 3.
INSPEÇÃO DE ALVENARIA. I. Jungles, Antônio Edésio. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Civil. III. Título.

GUILHERME ROBERTO DA SILVA

**PROPOSTA DE CONTROLE DA QUALIDADE NO PROCESSO
DE ELEVÇÃO DE ALVENARIA EM UMA OBRA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado e aprovado, em sua forma final, pelo curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 23 de novembro de 2016.

Prof. Dr. Luis Alberto Gómez
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Antônio Edésio Jungles
Orientador – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Vinicius Lazzaris Pedroso
Universidade Federal de Santa Catarina

Engº. Civil Rafael de Azevedo Nunes Cunha

Eng. Pedro Cintra Morgado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me cuidar e abençoar a cada momento de minha vida. Agradeço por mais essa etapa concluída.

Agradeço ao meu orientador Antônio Edésio Jungles por suas contribuições e auxílio prestado durante a execução deste trabalho.

Ao engenheiro Rafael de Azevedo Nunes da Cunha por todo apoio, compartilhamento de conhecimento e, principalmente, pela grande amizade criada durante o período deste trabalho.

Gostaria de agradecer também a todos os colegas do GESTCON que contribuíram de forma significativa para este trabalho, os quais se mostravam sempre dispostos a ajudar.

Agradeço também ao meu pai João Roberto da Silva e minha mãe Rosinei da Silva, sem o quais não teria sido possível chegar onde cheguei. Obrigado por todo amor, carinho e dedicação prestados a mim.

A Taciana Mendes de Carvalho por todo amor e brincadeiras que desenvolvemos juntos.

Agradeço a todos os meus familiares, em especial a minha avó Maria Luiza da Silva por todo amor dedicado a mim e pela pessoa maravilhosa que foi em minha vida.

Agradeço a todos de coração.

RESUMO

Com os clientes hoje em dia cada vez mais exigentes e com a nova norma de desempenho de edificações habitacionais (ABNT NBR 15575:2013), a qualidade na construção deixa de ser uma opção e passa a se tornar uma obrigação. O objetivo deste trabalho é demonstrar a necessidade de aplicação de qualidade durante o processo, identificando possíveis ameaças detectadas no processo de elevação de alvenaria. Para tal, realizou-se uma inspeção de processo e produto em uma obra de construção civil: mapeando o processo de elevação de alvenaria; inspeção de amostras retiradas em campo; análise de resultados; elaboração de um relatório identificando riscos. Identificou-se que o processo era realizado sem qualidade, com muitos problemas durante sua execução. O trabalho contribui ao verificar o emprego errado do termo qualidade, que verifica apenas no produto acabado, sem se importar com os procedimentos realizados durante o serviço e gerando riscos patológicos e desperdício de material e mão-de-obra.

Palavras-Chave: Qualidade no processo, inspeção, elevação de alvenaria.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Conteúdo básico do plano de qualidade de obra.....	21
Figura 2 - Diagrama de ordem de definição	23
Figura 3 - Evolução dos custos pela fase de intervenção.	24
Figura 4 - Exemplo de diagrama de processo.	28
Figura 5 - 4P's do sistema Toyota.....	29
Figura 6 - Os três M's.	31
Figura 7 - Modelo de relatório A3.....	35
Figura 8 - Tradução 5's.....	36
Figura 9 -Programa 5's.....	39
Figura 10 - Juntas de amarração.....	42
Figura 11 - Vergas, contra-vergas e coxins.	44
Figura 12 – Encunhamento.	44
Figura 13 -Modelo de inspeção de juntas.....	45
Figura 14 - Modelo de inspeção de prumo.....	45
Figura 15 - Obra de estudo.	46
Figura 16 - Planta de pavimento Tipo.	47
Figura 17 - Diagrama de processo.....	48
Figura 18 - Legenda do diagrama de processo	48
Figura 19 - Mapa para medições de apartamentos.	49
Figura 20 – Processo de medição	50
Figura 21 – Pontos de medição	50
Figura 22 - Tabela der medição.....	52
Figura 23 - Tolerâncias do processo de elevação de alvenaria.....	54
Figura 24 – Modelo visual de relatório A3	56
Figura 25 - Processo de nivelamento	58
Figura 26 - Transporte de materiais	58
Figura 27 - Procedimento de corte	59
Figura 28 – Diagrama de Processo observado	60
Figura 29 - Ferramentas para inspeção.....	61
Figura 30 - Localização dos eixos.....	62
Figura 31 - Ligação dos eixos	63
Figura 32 – Marcação do novo eixo	63

Figura 33 – Aplicação do furo	64
Figura 34 - Conferência do eixo transferido	64
Figura 35 - Marcação com pó xadrez.....	65
Figura 36 - Medição dos pontos.....	65
Figura 37 - Procedimento para transferência de eixo.....	66
Figura 38 - Diagrama de processo de inspeção de nível, prumo e locação.	67
Figura 39 - Medição de juntas horizontais.....	68
Figura 40 - Medição de juntas verticais.	68
Figura 41 - Medição de encunhamento	69
Figura 42 - Diagrama de processo de inspeção de juntas e encunhamento	69
Figura 43 – Artificio para estabilizar bloco cerâmico.....	71
Figura 44 - Dados estatísticos.	71
Figura 45 – Falta de planicidade	72
Figura 46 – Desencontro de parede e viga	73
Figura 47 – Junta com sobra de argamassa.	74
Figura 48 - Juntas ineficientes.	74
Figura 49 - Gráfico de caixa para amostra de encunhamento	75
Figura 50 – Problemas de vergas e contra-vergas.....	75
Figura 51 - Relatório A3 do processo de elevação de alvenaria.	76
Figura 52 - Anexo do relatório: Procedimento de inspeção.....	77

SUMÁRIO

Sumário

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. MOTIVAÇÃO PARA PESQUISA	15
1.2. JUSTIFICATIVA	15
1.3. PROBLEMA DE PESQUISA.....	16
1.4. OBJETIVOS.....	16
1.4.1. OBJETIVO GERAL.....	16
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.5. ESTRUTURA DA PESQUISA	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1. QUALIDADE	18
2.1.1. CONCEITOS	18
2.1.2. FATORES PARA A VIABILIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE QUALIDADE	20
2.1.3. QUALIDADE BASEADA NA PRODUÇÃO	24
2.2. FERRAMENTA DE ANÁLISE E DIAGNÓSTICO.....	26
2.2.1. DIAGRAMA DE PROCESSO	27
2.3. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP).....	29
2.3.1. 4P’S DO SISTEMA TOYOTA	29
2.3.2. PROCESSO.....	29
2.3.3. PROGRAMA 5S	36
2.4. PATOLOGIAS.....	40
2.4.1. CONCEITO.....	40
2.4.2. PATOLOGIAS ENDÓGENAS	40
2.5. PROCESSO DE ELEVAÇÃO DE ALVENARIA.....	42
2.5.1. EXECUÇÃO – DISPOSITIVOS DE SOLIDARIZAÇÃO.....	42
2.5.2. INSPEÇÃO DE SERVIÇO.....	44
3. METODOLOGIA	46
3.1. AMOSTRA DA PESQUISA.....	46
1.1.1.....	47
3.2. PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	47

3.2.1. MAPEAMENTO DO PROCESSO CONSTRUTIVO DE DAS ATIVIDADES EM UMA EDIFICAÇÃO;.....	48
3.2.2. INSPEÇÃO DO PRODUTO.....	49
3.2.3. ANÁLISE DE RESULTADOS	54
3.2.4. ELABORAÇÃO DE RELATÓRIOS A3 PARA O PROCESSO DE ELEVÇÃO DE ALVENARIA COM FOCO NOS PROBLEMAS ENCONTRADOS	55
4. RESULTADOS	57
4.1. PROCESSO OBSERVADO	57
4.2. INSPEÇÃO DE PRODUTO	61
4.2.1. INSPEÇÃO DE PRUMO, HORIZONTALIDADE E PLANICIDADE	62
4.2.2. INSPEÇÃO DE JUNTAS HORIZONTAIS E ENCUNHAMENTO	67
4.3. ANALISE DOS DADOS	70
4.3.1. PROCESSO OBSERVADO	70
4.3.2. INSPEÇÃO DE PRODUTO	71
4.4. RELATÓRIO A3	76
5. CONCLUSÃO.....	78
5.1. CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS.....	80
APÊNDICE.....	82
APÊNDICE A – TABELAS E MAPAS DAS INSPEÇÕES	83
APÊNDICE B – GRÁFICOS DE CAIXA E DISPERSÃO REFERENTE A JUNTAS VERTICAIS	99
APÊNDICE C – GRÁFICOS DE CAIXA E DISPERSÃO REFERENTE A JUNTAS HORIZONTAIS	114
APÊNDICE D – GRÁFICOS DE CAIXA E DISPERSÃO REFERENTE AO ENCUNHAMENTO.....	129
APÊNDICE E – GRÁFICOS DE CAIXA E DISPERSÃO REFERENTE A PLANICIDADE.....	144
APÊNDICE E – GRÁFICOS DE CAIXA E DISPERSÃO REFERENTE AO PRUMO	153
APÊNDICE F – GRÁFICOS DE CAIXA E DISPERSÃO REFERENTE A JUNTAS VERTICAIS	162

1. INTRODUÇÃO

1.1. Motivação para pesquisa

Com o passar dos anos, a indústria da construção civil foi crescendo cada vez mais, tornando-se uma das maiores indústrias do mercado Brasileiro.

Com o objetivo de conhecer os seus processos internos, as empresas da construção civil passaram a investir cada vez mais em sistemas de gestão da qualidade das obras civis, visando melhorar o uso dos recursos de mão de obra e material. Um dos principais motivos para a implantação de sistemas de gestão da qualidade é o aumento da qualificação da mão de obra, que acarreta na diminuição no número de retrabalhos, diminuição das não conformidades em relação aos padrões da qualidade e o aumento da produtividade.

A identificação das não conformidades, durante a execução das atividades que compõem uma edificação, juntamente com o mapeamento de processos, tem como objetos a melhoria continua das atividades que compõem as obras, além da prevenção de futuras patologias.

1.2. Justificativa

Durante a crise econômica que o país se encontra, somente a construção civil foi responsável pelo fechamento de 435.268 vagas de emprego nos últimos dois anos (Caged). A rentabilidade do setor caiu de 11,2% em 2013 para 2,3 em 2014 e teve um recuo de vendas de 5,6% em 2014.

Segundo Paladini (2009), a gestão de qualidade nasceu e se criou em épocas de crise, o que pode ser visto através de autores como Banks (2004) Tenner e Detoro (1992) e Deming (1990), que trazem um histórico da qualidade e transformações de processos construtivos no passar no tempo sob a motivação da qualidade.

Sob um olhar da qualidade, Paladini (2009) afirma que sobreviverão as empresas que souberem criar e continuar gerando diferenciais, de modo que a produção com qualidade não seja uma opção, mas sim uma obrigação.

Assim, é necessária a disseminação deste conteúdo tanto em forma de trabalho acadêmico como para sua implementação nos processos produtivos das empresas. O trabalho visa unir a necessidade do

conhecimento teórico sobre a gestão da qualidade com a aplicação deste conhecimento na prática do setor. Verificando e consolidando a gestão da qualidade como uma filosofia para as empresas.

1.3. Problema de Pesquisa

O presente trabalho tem como problema de pesquisa discutir os benefícios da qualidade durante o processo, diminuindo o custo, perdas e tempo de execução.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo aplicar conceitos da qualidade da conformação, durante a execução das atividades da construção civil, visando não só a melhoria e transparência dos objetivos do sistema de gestão da qualidade, mas também a análise da prevenção de possíveis patologias que poderão prejudicar o desempenho das edificações em estudo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a) Mapeamento do processo construtivo de elevação de alvenaria em uma construção;
- b) Análise das tolerâncias do produto pelo sistema de gestão da qualidade;
- c) Identificação de possíveis problemas durante a execução das atividades, com objetivo de prevenir futuras patologias associadas à edificação e prevenir perdas ao processo;
- d) Elaborar um relatório apontando os riscos verificados na inspeção.

1.5. Estrutura da Pesquisa

O trabalho em sua versão final está dividido em cinco capítulos. A descrição de cada capítulo está indica a seguir:

- a) Capítulo 1 - Introdução: Apresenta e descreve o tema de forma reduzida, identificando a relevância e as justificativas, além de definir os objetivos da pesquisa;
- b) Capítulo 2 - Referencial Teórico: Descreve o conteúdo no qual a pesquisa se baseia, apresentando definições sobre qualidade e métodos de implementação da gestão da qualidade.
- c) Capítulo 3 - Metodologia: Detalha o processo a ser utilizado para a realização da pesquisa, segundo os objetivos específicos, e obtenção dos resultados esperados;
- d) Capítulo 4 - Discussão de Resultados: Exibe os resultados obtidos na pesquisa
- e) Capítulo 5 – Considerações Finais: Explica as conclusões obtidas na pesquisa

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta a sustentação teórica para a realização da pesquisa. Inicia com os conceitos sobre qualidade, pois para Garbin (1992), se a qualidade deve ser gerenciada, primeiro ela deve ser entendida.

Em seguida, descreve como programar a gestão da qualidade aplicada à construção civil, descrevendo seus procedimentos e recursos necessários para a sua implantação em determinadas organizações.

Também descreve princípios do Sistema Toyota de Produção sobre produção com qualidade. Por fim, dá uma introdução sobre conceitos de patologias da construção civil.

2.1. Qualidade

2.1.1. Conceitos

Paladini (2009) considera a seleção dos conceitos utilizados para definir qualidade como a primeira grande decisão para implementação de um sistema de gestão de qualidade, visto que, definido os conceitos, começa a ser convencionadas quais serão as características gerais e formas de atuação da gestão da qualidade. Para o autor, deve-se cuidar com os equívocos na definição da qualidade, uma vez que o impacto de um equívoco demonstra reflexos no sistema de gestão da qualidade, comprometendo as ações e resultados.

Juran (1992) qualifica duas definições de grande importância para a palavra qualidade:

- a) As características do produto
- b) A ausência de defeito

Para o Autor, quanto melhor as características e menor a deficiência de um produto, melhor será a sua qualidade.

Já Campos (1999) considera que o verdadeiro critério para uma boa qualidade está na satisfação do consumidor.

Feigenbaum (1986) diz que a qualidade deve ser a composição das características de marketing, engenharia, fabricação e manutenção de

produto ou serviço, através das quais deverá atender as expectativas do cliente.

Garvin (1992) pontua a dificuldade da classificação do termo qualidade e aponta para cinco definições sobre qualidade:

- a) Transcendente
- b) Baseada no produto
- c) Baseada no usuário
- d) Baseada na produção
- e) Baseada no valor

Garvin (1992) também distingue oito categorias da qualidade. São elas:

- a) Desempenho: Refere-se às características operacionais de um produto;
- b) Características: São os adereços dos produtos, ou seja, características secundárias que suplementam o funcionamento básico do produto;
- c) Confiabilidade: Reflete a probabilidade de mau funcionamento de um produto ou de ele falhar num determinado período;
- d) Conformidade: Grau em que o projeto e as características operacionais de um produto estão de acordo com os padrões pré-estabelecidos;
- e) Durabilidade: Capacidade de um produto manter suas propriedades ao longo do tempo;
- f) Atendimento: Rapidez, cortesia e facilidade de reparo;
- g) Estética: Aparência do produto;
- h) Qualidade percebida: Reputação ou imagem do produto.

As categorias identificadas pelo autor estão ligadas as cinco definições apontadas anteriormente, exemplo: A qualidade baseada no produto contém as dimensões de características e durabilidade, a

qualidade baseada no usuário contém as dimensões estéticas e qualidade percebida.

2.1.2. Fatores para a Viabilização da Produção de Qualidade

Paladini (2009) definiu três aspectos essenciais para viabilização da produção de qualidade em organizações:

I. Planejamento da qualidade

- Por que planejar

Segundo Paladini (2009), deve se tomar cuidado com o equívoco de que o objetivo de um planejamento da qualidade é gerar zero de defeito. O zero de defeito em um processo produtivo deve ser uma consequência de um planejamento bem elaborado, e não uma finalidade.

Para Paladini (2009), a produção de qualidade não é algo intuitivo, ou seja, necessita de ações de planejamento. Uma gestão de qualidade será tão eficiente quanto o seu modelo de planejamento, uma vez que planejamento da qualidade elimina ações e decisões improvisadas e intuitivas, minorando as chances de erro. Planejar qualidade possibilita a tomada de decisão antes da ocorrência de problemas. Decisões planejadas são tomadas com maior tempo para análise, maior segurança e com maiores cuidados.

Além dos benefícios gerados pela antecipação da tomada de decisão, o planejamento da qualidade pode enriquecer os processos produtivos e as relações das organizações com o mercado.

- Como planejar

Paladini (2009) diz que o primeiro modelo de planejamento da qualidade de uma empresa normalmente se associa a gestão da qualidade no processo. Normalmente envolve etapas como:

- Seleção de equipamentos, materiais, ferramentas e acessórios de produção que sejam capazes de atender aos padrões de qualidade;
- Definição de métodos de produção que favorecem a eliminação de desperdícios, redução de retrabalhos, minimização de erros, queda nos níveis de custo, etc;
- Definição nos métodos de trabalho que otimizem a eficiência do processo;
- Estruturação de um sistema de informações para atividade produtiva, mas de suporte aos sistemas da qualidade;
- Formação, conscientização e qualificação das pessoas para a qualidade;
- Seleção, qualificação e credenciamento de fornecedores;

O Autor informa a necessidade de o planejamento da qualidade considerar um minucioso diagnostico do processo produtivo (diagnostico operacional). Conduta que possibilita que o planejamento da qualidade disponha de bases reais, partindo de um modelo existente que aponta as ações requeridas para os resultados almejados.

Souza (1997) descreve os conteúdos básicos no qual um plano de qualidade deve conter, os qual estão listados na figura 1.

Figura 1 - Conteúdo básico do plano de qualidade de obra

Plano da Qualidade da Obra	
1.	Organização da obra para a qualidade
2.	Controle de projeto
3.	Aquisição
4.	Controle do produto fornecido pelo cliente
5.	Identificação e rastreabilidade do produto
6.	Controle de processo
7.	Inspeção e ensaios
8.	Controle de equipamentos de inspeção, medição e ensaios
9.	Controle de produto não-conforme
10.	Ações corretivas e preventivas
11.	Manuseio, armazenamento, embalagem, preservação e entrega
12.	Auditorias internas da qualidade no âmbito da obra
13.	Treinamento
14.	Serviços associados
15.	Controle de documentos, registros da qualidade e arquivamento

Fonte: Roberto de Souza (1997)

II. Processo de gestão

- Modelo Gerencial da qualidade

Segundo Paladini (2009), a gestão da qualidade é influenciada por diversos conceitos que caracterizam a qualidade. Para atender essa pluralidade de conceitos, a gestão da qualidade emprega uma multiplicidade de ações, que atingem os níveis operacionais, táticos e estratégicos. Direcionar essas ações segundos os objetivos da organização garantem a sobrevivência da mesma.

Um modelo gerencial de qualidade deve ser bem estruturado e aplicado, uma vez que a estrutura não substitui a ação. Caberá ao processo de gestão administrar os recursos, tirando o melhor proveito possível, determinando um nível de ação que garante pleno aproveitamento das potencialidades da organização.

Também se faz de grande importância da implementação de ferramentas que garantam o envolvimento humano. A gestão da qualidade depende fundamentalmente das características pessoais dos agentes da qualidade (gerentes), o modo como eles exercem o relacionamento pessoal tem papel essencial no alcance dos resultados. São os mecanismos de interações que tornam uma organização viva e atuante.

Os sistemas de gestão envolvem:

- Normas: A política global da organização, suas diretrizes de funcionamento e regras específicas.
- Métodos: Modo como são operados os recursos gerais da organização, para que sejam atingidos os objetivos propostos.
- Procedimentos: Operações para aplicação dos métodos.

A forma como se definem os termos está exemplificada no diagrama da figura 2:

Figura 2 - Diagrama de ordem de definição



Fonte: Autor (2016)

O conjunto de normas de operação de uma organização deve ser definido pela política de qualidade.

I. Implementação da gestão da Qualidade

A gestão da qualidade é o conjunto de atividades destinadas a viabilizar a política da qualidade e os objetivos gerais da organização em termo da qualidade, atuando em duas dimensões: tático e operacional.

Na dimensão tática estão os métodos gerenciais. Trata-se das funções associadas a uma área técnica, com o objetivo de viabilizar as políticas da qualidade definidas.

Para Paladini (2009), num contexto tático, a gestão da qualidade inclui três áreas básicas, que são:

- a) Ação tática com ênfase técnica: exercício de suporte técnico à produção e avaliação da qualidade;
- b) Ação tática com ênfase na integração de recursos: gerenciamento integrado dos recursos, com ênfase nos recursos humanos para seu envolvimento no esforço pela qualidade;

- c) Ação tática relativa à avaliação de mercado: atuação nos estudos de mercado para avaliação dos níveis de aceitação do produto e imagem da organização.

2.1.3. Qualidade baseada na produção

Segundo Gavin (1992), as definições de qualidade baseada na produção se interessam pelas práticas com a engenharia e a produção e praticamente todas ligam qualidade com conformação das especificações. Um produto que não cumpra as especificações estabelecidas, provavelmente será um produto defeituoso ou não confiável.

Para o autor, a excelência, no quesito de qualidade baseada na produção, está relacionada em cumprir as especificações e fazer certo da primeira vez (evitando retrabalhos), onde seu principal objetivo está na diminuição de custos. Segundo o autor, a abordagem baseada na produção considera que as melhorias na qualidade geram menores custos, pois impedir defeitos é considerado mais barato que corrigir ou refazer trabalhos, como pode ser observado a seguir através da lei de Sitter.

Figura 3 - Evolução dos custos pela fase de intervenção.



Fonte: Sitter (1984).

Para Garvin (1992), a qualidade baseada na produção está ligada a duas dimensões da qualidade:

I. Confiabilidade

Garvin (1992) descreve que dimensão da confiabilidade reflete a probabilidade de mau funcionamento de um produto ou de ele falhar em um determinado período.

Segundo o autor, a confiabilidade está cada vez mais afinada com os consumidores, visto que problemas de confiabilidades podem gerar prejuízo e transtornos para os mesmos.

II. Conformidade

Outra dimensão da qualidade descrita por Garvin (1992), a conformidade é o grau em que o projeto e suas características operacionais do produto estão de acordo com os padrões preestabelecidos

2.2. Ferramenta de análise e diagnóstico

A fim de analisar um processo, ou planejar etapas da produção é necessário a utilização de ferramentas aplicadas ao controle da produção, que segundo Isatto *et al* (2000), seguem o mesmo raciocínio de um instrumento utilizado de forma manual. Somente o instrumento por si só não funciona, é necessária uma pessoa habilitada a manusear a ferramenta para a obtenção de um resultado satisfatório. Além disto, é importante perceber que a má utilização da ferramenta trará resultados desfavoráveis.

Ainda, Isatto *et al* (2000) afirmam que cada tipo de serviço exige um tipo de ferramenta. Portanto, é necessário reconhecer o objetivo de cada ferramenta e sua utilização.

Para cumprir o objetivo deste trabalho é necessária analisar o serviço de elevação de alvenaria, de forma a entender como o processo ocorre e onde e quando ele é realizado, para que com estas informações seja possível comparar com a bibliografia e normas para verificar as falhas no processo.

Assim, as ferramentas que possibilitam a análise necessária são ferramentas para avaliação e diagnóstico que para Isatto *et al* (2000), são ferramentas descritivas e aplicáveis a processos e canteiros de obra, com o objetivo de:

- a) Avaliar qualitativa e quantitativamente o contexto dos processos, como segurança, movimentação, estoque e sequência das atividades do processo, assim como a disposição física e os fluxos de materiais, equipamentos e pessoas;
- b) Descrever o contexto no qual os processos são executados, possibilitando a identificação dos problemas mais evidentes, levando-se em consideração as boas práticas da empresa e do setor;
- c) Fornecer elementos para auxiliar a identificação das causas de problemas relacionados à eficiência e eficácia.

Para tanto, dentre as diversas ferramentas existentes com a finalidade de analisar e diagnosticar a produção, foi escolhida para este trabalho a ferramenta de diagrama de processo, pois, este instrumento permite a visualização do fluxo de materiais, equipamentos, pessoas e informações ao longo da produção.

2.2.1. Diagrama de processo

O diagrama de processo é uma ferramenta que permite registrar a forma de execução dos processos ao longo da produção. Analisando os fluxos dos materiais e componentes necessários a fabricação do produto, Issato *et al* (2000).

De forma geral, Rother e Shook (2003), denominam o diagrama de processo como mapeamento do fluxo de valor, afirmando que este mapeamento é uma ferramenta que facilita o entendimento do fluxo de material e de informação ao longo do acontecimento da produção.

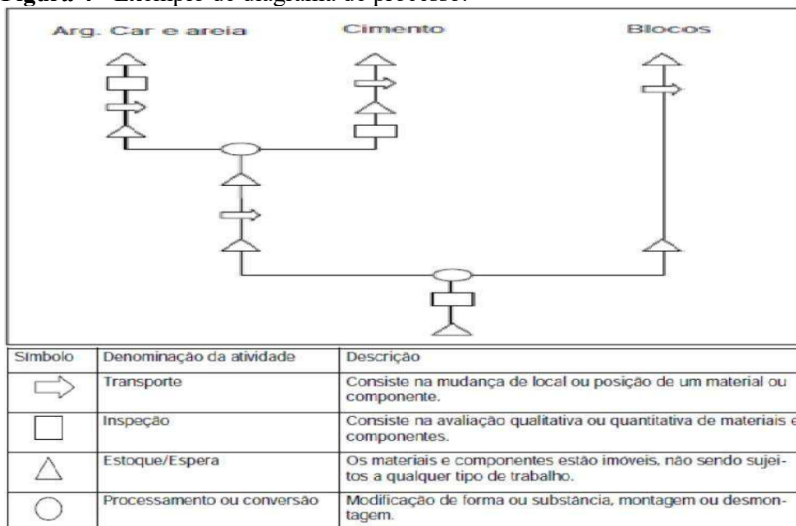
Para Isatto *et al* (2000), a utilização do diagrama de processo aplicado a construção civil tem como objetivos:

- a) Permitir a visualização e a análise do processo, pois ao contrário das instalações industriais aonde o layout de fabricação pode mostrar quais são as atividades que compõe um processo e sua sequência de execução, na construção civil os processos são grandes e imóveis, tornando-os complexos. Desse modo, o diagrama de processos ajuda a aumentar a transparência do processo;
- b) Avaliar a relação entre a quantidade de atividades de fluxo e a quantidade total de atividades do processo, facilitando assim a visualização das atividades que não agregam valor ao processo e que podem ser eliminadas;
- c) Permitir a quantificação de outros indicadores de processo, como: Tempo de processo; Distância percorrida pelas atividades de transporte e número de pessoas envolvidas.

Portanto, segundo Isatto *et al* (2000), o diagrama de processo destaca a análise de um processo como um todo, tendo sua utilização relacionada com a proposição de melhorias nos processos de uma forma genérica, como a eliminação de estoques intermediários ou alteração da sequência de atividades do fluxo de valor do processo.

O diagrama de processo busca representar todo o fluxo de valor, como enfoque nos insumos, por meio de um diagrama compacto conforme o exemplo apresentado abaixo:

Figura 4 - Exemplo de diagrama de processo.



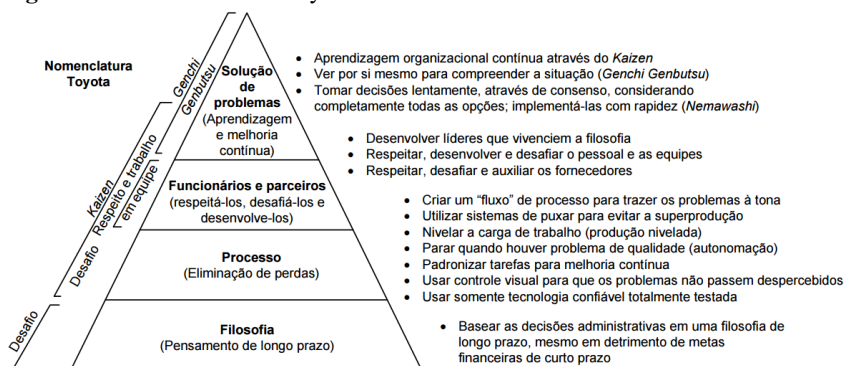
Fonte: Doneda (2016) adaptado de Isatto *et al* (2000).

2.3. Sistema Toyota de produção (STP)

2.3.1. 4p's do sistema Toyota

Segundo Liker (2005), o contínuo sucesso da Toyota baseia-se numa filosofia empresarial de compreensão das pessoas e motivação humana. O autor atribui o sucesso da empresa em 14 princípios que constituem o modelo Toyota, divididos em 4 categorias iniciadas com a letra P - *Philosophy, Process, People/Partners e Problem Solving*.

Figura 5 - 4P's do sistema Toyota



Fonte: Liker (2005).

2.3.2. Processo

O processo certo produzirá os resultados certos (LIKER, 2005).

2.3.2.1. Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.

Fluxo significa que o pedido aciona o processo de matéria prima apenas para o pedido daquele cliente. A matéria prima flui imediatamente dos fornecedores para uma fábrica, onde os funcionários montam o produto e o produto final flui imediatamente para o cliente (LIKER, 2005). Criar um fluxo é reunir operações que de outro modo estariam

separadas. Quando as operações estão conectadas, o trabalho em equipe é maior e o feedback é rápido, aumentando a qualidade de produto.

Para o autor, deve-se criar um fluxo contínuo, para que se possa diminuir o intervalo de tempo entre a matéria-prima até os produtos acabados, o que resulta em uma melhora na qualidade, menor custo de produção e menor prazo de entrega. O fluxo também tende a força a implementação de outras ferramentas e filosofias, como a autonomia, que será explicado posteriormente.

A criação de um fluxo irá expor as situações de ineficiência da empresa, forçando todos os envolvidos a resolver os problemas, para que o processo não seja interrompido.

2.3.2.2. Utilizar sistemas puxados para evitar a superprodução

Liker (2005) diz que no STP, puxar significa o modelo ideal de fabricação *just-in-time*: dar ao cliente o que ele quer, na hora que quer e na quantidade desejada, ou seja, os insumos e produtos seriam puxados através da demanda, sem estoque de material ou produto.

Um verdadeiro fluxo unitário gerará estoque zero, visto que os produtos seriam produzidos apenas quando se tornassem necessários e as peças necessárias para sua produção, também.

- *Kanban*

Devido à dificuldade de eliminação de estoque no fluxo, deve-se prever um estoque mínimo para o processo, onde a melhor escolha para gerência do estoque é dada por meio do sistema de *kanban*.

Kanban é um tipo de sinal visual, que indica quando e quanto de estoque deve ser repostado. Tal sistema garante que o estoque esteja a níveis aceitáveis e abastecido, assegurando o fluxo constante de produção.

2.3.2.3. Nivelar a carga de trabalho - *Heijunka*

Heijunka é o nivelamento da produção. Segundo Liker (2005) os produtos não devem ser fabricados de acordo com o fluxo real de pedidos,

pois os pedidos podem variar para cima ou para baixo todo o tempo, mas deve-se tomar o volume total de pedidos em um período e nivela-los para que a mesma quantidade seja produzida a cada dia.

Para Liker (2005), quando os níveis de produção variam de um dia para o outro, não há sentido em aplicar sistemas puxados para equilibrar a linha de montagem, visto que não há como estabelecer processos padronizados sob tais circunstâncias.

Liker (2005) pontua três modelos de perda ligados ao processo, no qual o STP empenhasse em eliminar, onde dois deles (*muri* e *mura*) estão ligados diretamente com *heijunka*, são eles:

- *Muda* – *nenhuma agregação de valor*. Trata-se de atividades supérfluas que aumentam o *lead times*.
- *Muri* – *sobrecarga de pessoas ou de equipamento*. Significa colocar pessoas ou máquinas além de seus limites, podendo resultar em problemas de qualidade, segurança, interrupções ou defeitos.
- *Mura* – *desnívelamento*. Trata-se de em certos períodos a empresa ter uma demanda de trabalho enorme e falta de trabalho em outros períodos. Isso resulta em um programa de produção irregular, com paralizações, falta de peças ou defeitos.

Figura 6 - Os três M's.



Fonte: Liker (2005)

2.3.2.4. Parar quando houver problemas de trabalho – *Jidoka*

Também conhecido como autonomia, o *jidoka* trata-se de um dispositivo de desligamento de um equipamento quando este apresenta algum problema no meio de produção. O desligamento pode ser por inteligência artificial ou humana.

Para Liker (2005), o *jidoka* é utilizado no STP devido à importância dada pela empresa em produzir corretamente da primeira vez, uma vez que o ônus de tal prática é menor do que retrabalhos e correções. Outro fator importante para a parada de produção seria evidenciar os problemas para os trabalhadores, onde Liker (2005) fala que trazer os problemas à tona e resolvê-los quando ocorrem são procedimentos que eliminam as perdas, aumentam a produtividade e deixam para trás concorrentes que fazem as linhas de montagem sem parar, deixando os problemas acumularem.

2.3.2.5. Padronizar tarefas para melhoria contínua

A padronização atual é a base necessária sobre a qual a melhoria de amanhã será fundamentada. Se pensar em padronização como o que há de melhor hoje, mas que será melhorado amanhã, se conseguira chegar a algum lugar. Mas se pensar em padrões como um limite, o progresso é interrompido (HENRY FORD *apud* LIKER, 2005).

Liker (2005) afirma que sem um processo de padronização, não há como promover melhorias, visto que esta melhoria será apenas uma variação do processo e que ocasionalmente será utilizada. Deve-se padronizar e estabilizar o processo, de modo que as melhorias contínuas possam ser realizadas.

O trabalho padronizado também é um influente facilitador no acréscimo de qualidade, pois se a ocorrência de defeitos, seguidas de um processo padronizado, for corriqueira, significa que os padrões devem ser modificados.

Liker (2005) informa os três elementos no qual a Toyota se baseia para o trabalho padronizado. São eles:

- a) *Takt time* - tempo necessário para completar uma tarefa no ritmo da demanda;
- b) Sequência de realizações do processo;
- c) Quanto de insumos será necessário pelo trabalhador para realizar aquela tarefa.

2.3.2.6. Usar controle visual para que os problemas não passem despercebidos

O controle visual é qualquer dispositivo de comunicação usado no ambiente de trabalho para dizer rapidamente como o trabalho deve ser executado e se há algum desvio de padrão (LIKER, 2005).

Segundo Liker (2005) o controle visual está ligado à criação de informações *just-in-time*, de modo a garantir a execução rápida e eficiente de processos. Este princípio tem função de melhorar o fluxo.

Relatório A3

O termo A3 é devido a folha de papel utilizada para o relatório, onde Shook (2008) fala sobre o idéia da Toyota de expor cada problema que a organização enfrenta em uma única pagina de papel A3. Liker (2005) informa que o motivo pelo qual adotaram uma folha de papel A3 se dá pelo fato de ser o tamanho máximo que pode ser utilizado por um fax.

A idéia é que o relatório aborde o problema de forma sucinta, documentando a situação atual, determinando sua causa, sugerindo alternativas de solução, indicando a solução recomendada e apresentar uma análise de custos e benefícios.

Para Shook (2008) a idéia do relatório é que todos aqueles que enfrentam o problemar, o enxerguem pelo mesmo ponto de vista., em uma única página de uma folha A3, geralmente, são incluídos os seguintes elementos:

- Título – Defini o problema;
- Responsável/Data – Identifica os responsáveis pelo problema e a data da última revisão;
- Contexto – Estabelece o contexto do negócio e a importância do problema;
- Condições atuais – Relata o que sabe atualmente sobre o problema;
- Objetivos/Metas – Expõe o resultado desejado;
- Análise – Analisa a situação e as causas subjacentes que criaram o hiato entre a situação atual e o resultado desejado;
- Contramedidas propostas – Propõe ações corretivas ou contramedidas para abordar o problema;
- Plano – Indica um plano de ação de quem fará o quê e quando para atingir o objetivo;
- Acompanhamento – Cria um processo de revisão, acompanhamento e aprendizado e antecipa problemas remanescentes.

Figura 7 - Modelo de relatório A3.

Título: Sobre qual mudança ou melhoria você está falando?		Autor/Data	
1. Contexto: sobre o que você está falando e por quê? Qual é o propósito, a necessidade do negócio para a escolha dessa questão? Qual indicador específico precisa ser melhorado? Qual é a estratégia e o contexto operacional, histórico ou organizacional da situação?		5. Recomendações: Qual a sua proposta e por quê? Quais são as opções para enfrentar as lacunas (gaps) e melhorar o desempenho na situação atual? → Sempre comece com duas ou três alternativas para avaliação. Como elas se comparam em eficácia e viabilidade? Quais são seus custos relativos e benefícios? Qual delas você recomenda e por quê? → Mostre como suas ações propostas vão enfrentar as causas específicas das lacunas (gaps) ou restrições que você identificou na sua análise. A conexão deve ser clara e explícita.	
2. Condições Atuais: como estamos agora? Qual é o problema ou a necessidade - a lacuna no desempenho? O que está acontecendo agora em comparação com o que você deseja ou com o que deveria estar acontecendo? Você tem tido ao menos algum sucesso? Quais fatos ou dados indicam que há um problema ou uma necessidade? Quais condições específicas indicam que você tem um problema ou uma necessidade? Onde e quanto? Você pode desmembrar o problema? → Mostre fatos e processos visualmente, usando quadros, gráficos, figuras, mapas etc.		6. Plano: como você irá implementar? (4Ws, 1H*) Quais serão as principais ações e resultados no processo de implementação e em qual sequência? Quais suportes e recursos serão necessários? Quem será responsável pelo quê, quando e quanto? Como você irá medir a eficácia? Quando seu processo será revisado e por quem? → Use um gráfico de Gantt (ou diagrama semelhante) para mostrar ações, etapas, resultados, linha do tempo e papéis.	
3. Objetivo: qual resultado específico é solicitado? Quais melhorias específicas no desempenho você precisa alcançar? → Mostre visualmente quanto, para quando e com qual impacto. → Não coloque uma contramedida como um objetivo!			
4. Análise: por que há o problema ou a necessidade? Que pontos específicos nos processos de trabalho (localização, padrões, tendências, fatores) indicam o porquê da existência de necessidades e desvios no desempenho? Quais condições ou ocorrências lhe impedem de atingir os objetivos? Por que eles existem? Quais são as causas? → Use as mais simples ferramentas de análise de problemas que lhe mostre causa e efeito até a causa raiz. Desde 5 Porquês até as ferramentas de controle de qualidade (Ishikawa, gráfico de Pareto) ou até mesmo ferramentas mais sofisticadas como 6 Sigma e CEP, se necessário. → Teste a lógica da relação causa e efeito perguntando "por quê?" de cima para baixo e afirmando "portanto" de baixo para cima.		7. Acompanhamento: como você irá garantir o PDCA? Como e quando você saberá se os planos têm sido seguidos e as ações tiveram o impacto planejado e necessário? Como você saberá se atingiu as metas? Como você saberá se você reduziu a lacuna (gap) do desempenho? Quais questões relacionadas ou consequências inesperadas você prevê? Quais contingências necessárias você pode antecipar? Quais processos você vai usar para possibilitar, assegurar e sustentar o sucesso? Como você vai compartilhar seus aprendizados com outras áreas?	

Fonte: Shook (2008).

2.3.2.7. Usar somente tecnologia confiável totalmente testável

A adoção de nova tecnologia deve apoiar pessoas, processos e valores. A tecnologia só deve ser inserida após ser aprovada com experimentos diretos (LIKER, 2005).

2.3.3. Programa 5s

Gonzalez (2002) diz que o 5s é um programa que estima pela organização do ambiente de trabalho, melhorando as condições para a execução de tarefas e eliminando os desperdícios. Para Silva (1996), o 5s deve ser implantado com objetivo específico de melhorar as condições de trabalho, onde a consequência dessas melhoras é o aumento da eficiência, produtividade, qualidade e segurança.

Cascaes (1999) apud Gonzalez (2002), descreve o programa 5s com uma ferramenta para a implantação de programas de qualidade com foco na execução. Segundo Silva (1996), o seu sucesso de implementação depende do entendimento e aceitação dos envolvidos, pois somente quando todos sentirem-se orgulhosos por terem criado um local de trabalho digno e tiverem vontade de melhoramento contínuo do programa é que se estará consolidada a essência 5s.

O programa tem seu nome derivado de cinco palavras japonesas iniciadas com a letra S: *Seiri*, *Seiton*, *Seisou*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, descritas abaixo:

Figura 8 - Tradução 5's



Fonte: Adaptado de Gonzales (2002)

I. *Seiri* - Classificar

Seiri representa a classificação do que será necessário no ambiente de trabalho, mantendo apenas o essencial. Tudo que for classificado como desnecessário no ambiente de trabalho deve ser retirado, permanecendo apenas o que for estreitamente necessário para execução das atividades a serem realizadas.

As vantagens geradas pela aplicação desse senso, segundo Oliveira (1997) apud Gonzalez (2002) são:

- a) Eliminar o que é inútil;
- b) Liberar espaço e facilitar a organização;
- c) Racionalizar o uso de materiais e equipamentos;
- d) Diminuir espaço de almoxarifados;
- e) Deixar o local de trabalho mais agradável;
- f) Diminuir custos e desperdícios.

II. *Seiton* - Organizar

Uma vez que os objetos desnecessários foram descartados, ao se aplicar o primeiro senso, a segunda etapa organiza os materiais necessários para facilitar o acesso aos mesmos, Ribeiro (1999) apud Gonzalez (2002).

Seiton consiste em definir o lugar mais conveniente do estoque e almoxarifado, mantendo os insumos e ferramentas em locais mais visíveis e removendo os obstáculos, reduzindo assim o tempo de procura e os deslocamentos.

Isatto *et al* (2000), informa que essa organização acontece com o auxílio de dispositivos visuais e a retirada de obstáculos que dificultam o acesso aos locais de armazenamento. Esta organização reduz o tempo de deslocamentos para a busca de materiais, eliminando as atividades que atrapalham o fluxo contínuo.

III. *Seisou* - Limpar

Seisou é o senso responsável pela eliminação da sujeira através da limpeza do ambiente. Porém, mais importante do que limpar o ambiente, Gonzalez (2002) afirma que o principal objetivo dessa etapa é evitar que o ambiente se suje, notando-se que a limpeza é uma atividade que interrompe o fluxo, o real intuito desse senso é eliminar as fontes de sujeiras através da inspeção.

O comprimento desta etapa se torna mais simples e eficiente após a implementação dos sentidos de classificação e organização, pois com a eliminação dos itens desnecessários e a organização dos itens necessários, a atividade de limpeza é facilitada.

Como descrito anteriormente, é necessário que, além de os materiais de limpeza estarem de fácil acesso, que os funcionários também sejam incentivados a limpar o próprio ambiente de trabalho.

As vantagens da aplicação desse senso são:

- a) Funcionários trabalham com mais disposição;
- b) A imagem da empresa é valorizada;
- c) Conquista-se clientes;
- d) Aumento da produtividade;
- e) Melhora na apresentação dos produtos.

IV. *Seiketsu* - Higienizar

Seiketsu é o senso que ligado as condições físicas e mentais do ambiente de trabalho. A presença desse senso ocorre quando há um cumprimento das regras de segurança, juntamente com a organização e ordenação do canteiro de obras, Gonzalez (2002).

Pode-se dizer que esse senso está relacionado a boa aplicação dos três primeiros sentidos, onde Silva (1996) diz que esse estágio é alcançado após três anos de aplicação do *Seiri*, *Seiton* e *Seisou*, ou seja, após acultramento do programa.

Além da vantagem clara da segurança, o senso de saúde propicia um aumento da produtividade, pois para Oliveira (1997) apud Gonzalez (2002) este senso reduz as chances de imprevistos, melhorando as condições do ambiente de trabalho, propiciando assim, um aumento um fluxo contínuo.

V. *Shitsuke* - Autodisciplinar

O último senso é o da autodisciplina e é a etapa mais refinada do programa 5S. Esta etapa é o comprometimento de todos os profissionais com o programa 5S e com os demais padrões éticos e morais da empresa. Ao implementar o último senso, a empresa se compromete com a melhoria contínua, melhorando sua imagem e a satisfação dos clientes (GONZALES, 2002). Os 5S quando implementados corretamente funcionam de forma conjunta.

Figura 9 -Programa 5's



Fonte – Portal inteligencia

Segundo Liker (2005), produções em massa sem utilização do programa 5s, as perdas vão se acumulando durante o passar do tempo, encobrendo os problemas de uma organização e se transformando em uma disfunção aceita no meio de trabalho.

2.4. Patologias

2.4.1. Conceito

Patologia é uma palavra de origem grega de “phatos” que significa sofrimento, doença, e de “logia” que significa ciência, estudo. Ou seja, de acordo com os dicionários, pode-se interpretar a palavra patologia como a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças (NAZÁRIO; ZANCAN, 2011)

O termo “patologia”, no contexto da Construção Civil, está alinhado com a definição encontrada na Medicina, na qual se estudam as origens, os sintomas e a natureza das doenças. Manifestações patológicas são todas as ocorrências no ciclo de vida da edificação que venha prejudicar o desempenho esperado do edifício e suas partes (subsistemas, elementos e componentes).

Degussa (2008) entende patologia como parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos defeitos das construções civis e à terapia cabe estudar a correção e a solução desses problemas patológicos, inclusive aqueles devidos ao envelhecimento natural.

2.4.2. Patologias endógenas

São provenientes de irregularidades de projeto ou de execução, em função da não observância das Normas Técnicas, erros e omissões dos profissionais, ou emprego de mão-de-obra despreparada, produtos não certificados e ausência de metodologia para execução dos serviços, ou ainda, da combinação desses fatores. As falhas construtivas ou endógenas podem ser aparentes ou ocultas.

A sequência lógica do processo de construção civil indica que a etapa de execução deva ser iniciada apenas após o término da etapa de concepção, com a conclusão de todos os estudos e projetos que lhe são inerentes.

Iniciada a construção, podem ocorrer falhas das mais diversas naturezas, associadas a causas tão diversas como falta de condições locais

de trabalho (cuidados e motivação), não capacitação profissional da mão-de-obra, inexistência de controle de qualidade de execução, má qualidade de materiais e componentes, irresponsabilidade técnica e até mesmo sabotagem.

A ocorrência de problemas patológicos cuja a origem está na etapa de execução é devida, basicamente, ao processo de produção, que é em muito prejudicado por refletir, de imediato, os problemas socioeconômicos, que provocam baixa qualidade técnica dos trabalhadores menos qualificados, como os serventes e os meio-oficiais, e mesmo do pessoal com alguma qualificação profissional.

2.5. Processo de elevação de alvenaria

2.5.1. Execução – Dispositivos de solidarização

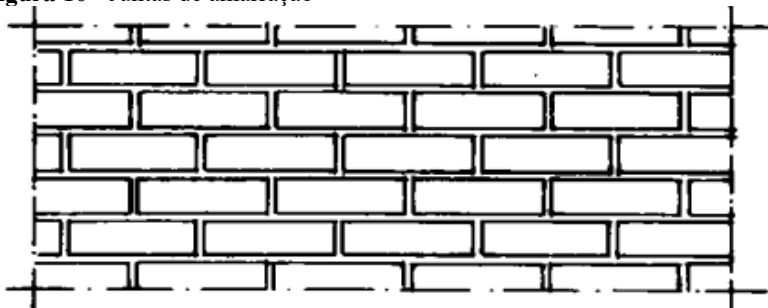
Segundo Thomaz e Helene (2000), a qualidade de uma alvenaria de vedação está diretamente ligada a qualidade dos componentes estruturais no qual ela está ligada. Os autores informam que as paredes de vedação não se destinam a sustentar carregamentos, mas que fica cada vez mais comum essa transmissão de carga devido as deformações estruturais ou térmicas.

Tendo isso em vista, Thomaz e Helene (2000) informam que a solução para estes problemas está na compatibilização das deformações impostas com os materiais e o sistema construtivo, a fim de diminuir os possíveis riscos na qual a parede está exposta. Ou seja, deve-se instalar dispositivos que auxiliem o trabalho solidário entre a estrutura e a parede de alvenaria.

I. Disposição dos blocos

Segundo a norma ABNT NBR 8545 (1984), o assentamento dos blocos cerâmicos deve ter uma disposição de modo a garantir as juntas de amarração. As juntas de amarração são um sistema de assentamento no qual as juntas verticais são feitas de forma descontinuas

Figura 10 - Juntas de amarração



Fonte - ABNT NBR 8545 (1984)

Thomaz e Helene (2000) informam que as juntas de amarração têm função de distribuição de cargas, sendo que sobreposições não inferiores a 1/3 do bloco são aceitáveis para a amarração. Com juntas a prumo, os autores informaram que não há distribuição de tensões, fazendo com que o sistema funcione como uma sucessão pilares, e assim, não havendo solidarização de carga.

II. Juntas

A norma ABNT NBR 8545 (1984) diz que as juntas devem ter uma espessura de 10mm e não conter vazios. Sahlin *apud* Thomaz e Helene (2000) reforça que as juntas de 10mm são ideais, onde juntas de 15mm já apresentam redução de 50% da resistência a compressão da parede.

Segundo Thomaz e Helene (2000), as juntas secas (quando há ausência de argamassa) devem ser evitadas em qualquer circunstância, devido a sua utilização causar prejuízos como:

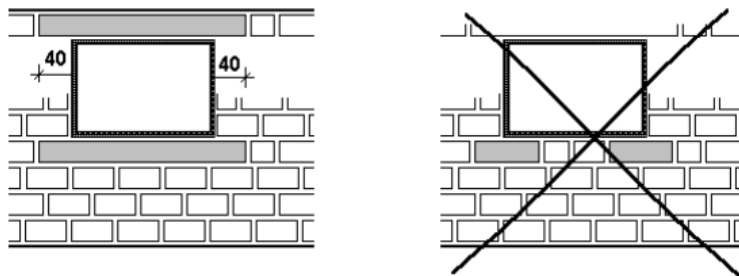
- Menor resistência ao cisalhamento da alvenaria;
- Menor resistência ao fogo;
- Menor desempenho termoacústico;
- Menor resistência a cargas laterais;
- Menor capacidade de redistribuição de cargas.

III. Verga e contra-verga

Thomaz e Helene (2000) descrevem que a finalidade da verga e contra-verga é de absorver as tensões que se concentram nos vãos, onde para seu perfeito funcionamento deve-se prever um transpasse mínimo de 40 cm para cada lado do vão.

Os autores informam que a utilização de coxins laterais, afim de evitar a utilização de vergas, deve ser evitado devido ao fato desses dispositivos não conseguirem redistribuir tensões oriundas de movimentações térmicas.

Figura 11 - Vergas, contra-vergas e coxins.

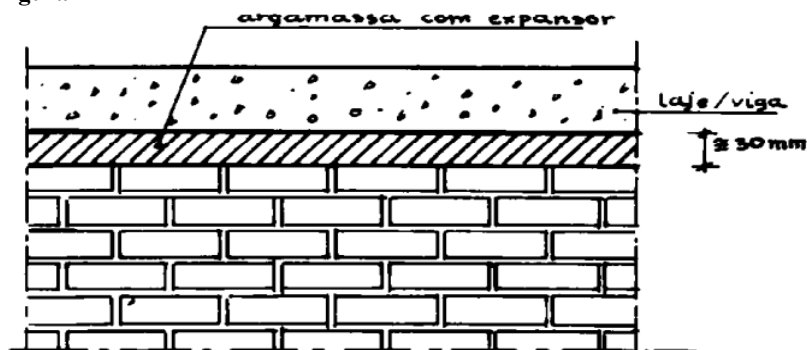


Fonte - Thomaz e Helene (2000)

IV. Encunhamento

A norma ABNT NBR 8545 (1984) especifica, através da figura 12, uma espessura próxima de 30mm para execução do encunhamento. Costa, Brayner e Marques (2005) informam que objetivo do encunhamento é aliviar tensões vinda das vigas ou lajes.

Figura 12 – Encunhamento.



Fonte - ABNT NBR 8545 (1984)

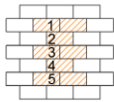
2.5.2. Inspeção de serviço

Segundo Rachid (2015), o processo de inspeção de serviço tem o objetivo de qualificar a mão de obra responsável pela execução e o encarregado pela fiscalização, no que diz respeito a inspeção de trabalho.

Segunda a autora, deve-se seguir os seguintes passos para a inspeção do serviço de alvenaria:

Inspeção de juntas:

Figura 13 -Modelo de inspeção de juntas.

Inspeção:	Procedimento:	Amostra:	Tolerância:	
Espessura das juntas de argamassa horizontal	Através de trena metálica, realizando a medição de 5 blocos cerâmicos e 4 camadas de argamassa de assentamento, no sentido vertical , após a conclusão da elevação da alvenaria.	Verificar 5 pontos aleatórios	10mm +/- 3mm	

Fonte – Autor, adaptado de Rachid (2015)

Inspeção de prumo:

Figura 14 - Modelo de inspeção de prumo.

Inspeção:	Procedimento:	Amostra:		Tolerância:
Prumo de alvenaria	Através de um prumo de face após a conclusão da alvenaria.	Verificar nas alturas 1m e 2m.		+/- 2mm/m em relação à altura
		Paredes < 3m: uma verificação no centro	Paredes > 3m: uma verificação a cada 1,5m	

Fonte – Autor, adaptado de Rachid (2015)

3. METODOLOGIA

Este capítulo tem o objetivo de demonstrar como o uso das ferramentas e métodos descritos no referencial teórico serão empregados para o cumprimento dos objetivos da pesquisa.

3.1. Amostra da Pesquisa

A pesquisa foi realizada por meio de acompanhamento realizado em uma obra na cidade de Florianópolis, gerenciada por uma construtora da região.

A obra conta com 12 pavimentos, divididos em:

- Subsolo (garagem)
- Térreo (garagem, zeladoria, área de lazer)
- 9 pavimentos tipos
- Ático

Figura 15 - Obra de estudo.



Fonte – Construtora

O empreendimento encontrava-se com a laje do 6 pavimento tipo concretada.

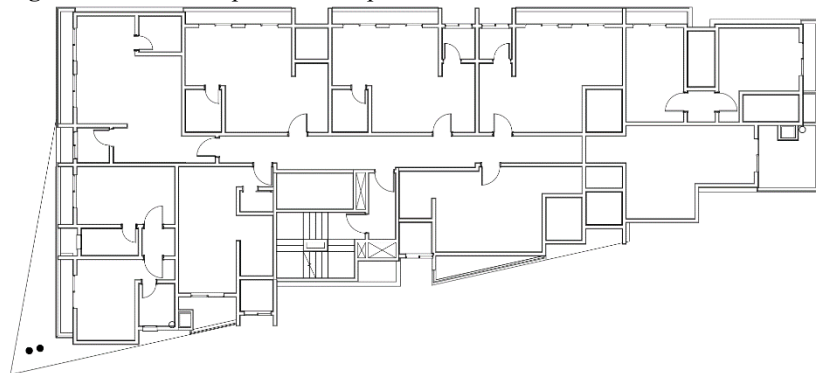
Adotou-se o processo de levantamento de alvenaria para o acompanhamento deste projeto devido à sua importância de custo, tempo e volume de estoque. Também devido ao fato do procedimento apresentar frente de trabalho para o mapeamento de processo e produtos finalizados para extração de dados.

A mão de obra utilizada era empreitada e se dividia entre outro empreendimento da mesma construtora, localizado próximo ao de estudo.

A captação de dados foi dividida em acompanhamento de processo e extração de amostra do produto.

O acompanhamento de processo teve sua análise baseada na execução de levantamento de alvenaria do quarto pavimento tipo, enquanto a análise do que havia sido executado foi retirado através de levantamento de amostras do segundo e terceiro tipo. A análise do primeiro tipo foi descartada devido ao fato desse já ter sido rebocado, inviabilizando a extração de dados.

Figura 16 - Planta de pavimento Tipo.



Fonte – Construtora

3.2. Procedimentos e instrumentos de coleta de dados

Utilizando os objetivos como base, este item tem como finalidade apresentar e descrever os procedimentos e metodologias necessárias para execução deste trabalho.

Inicialmente estudou-se o referencial teórico para ter embasamento sobre o assunto e uma visão sobre como coletar os dados necessários e ferramentas a se utilizar.

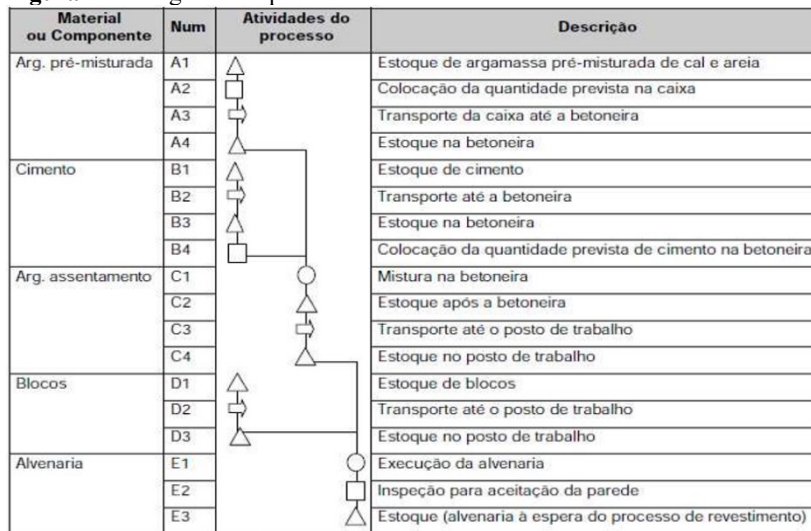
A partir disso o trabalho seguiu a seguinte forma:

3.2.1. Mapeamento do processo construtivo e análise das atividades em uma edificação;

O processo de levantamento de alvenaria foi mapeado através do uso de ferramenta de diagrama de processo, descrita no referencial teórico.

O diagrama de processo identifica as atividades realizadas e a sequência no qual elas ocorrem, no qual será representada em forma de fluxograma identificado suas ações de forma sequencial.

Figura 17 - Diagrama de processo



Fonte – Isatto *et al* (2000).

Para este trabalho, adotou-se a seguinte legenda:

Figura 18 - Legenda do diagrama de processo



Fonte – Autor

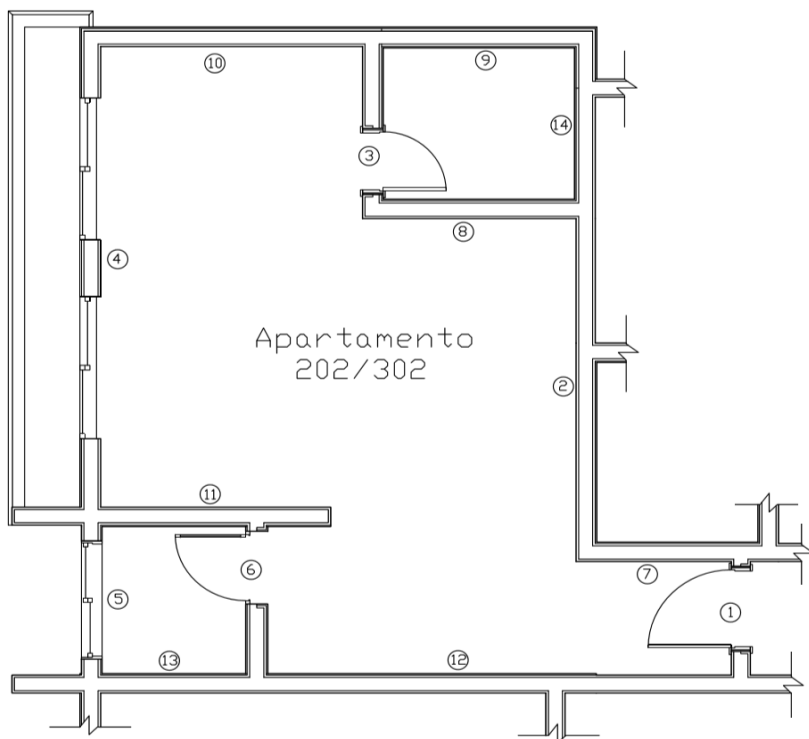
3.2.2. Inspeção do produto.

Através de bibliografias pertinentes e a norma de execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos (ABNT NBR 8545:1984), verificou-se as tolerâncias do processo de levantamento de alvenaria. Feito isso, elaborou-se um processo de inspeção do produto acabado, onde o foco principal do processo é identificar possíveis ameaças, sejam elas patológicas ou de desperdício.

Para o controle de medição, elaborou-se um mapa para as unidades habitacionais medidas, utilizando as plantas cedidas pela empresa. O objetivo do mapa é identificar as paredes e apontar o apartamento que está sendo medido.

O mapa seguiu o processo de paginação das paredes do apartamento. O modelo de mapa pode ser observado na imagem a seguir.

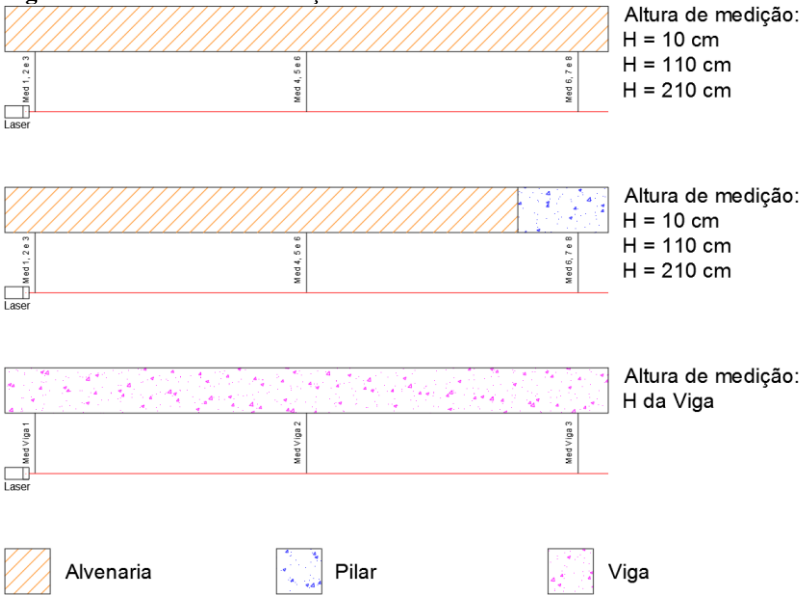
Figura 19 - Mapa para medições de apartamentos.



Fonte - Autor

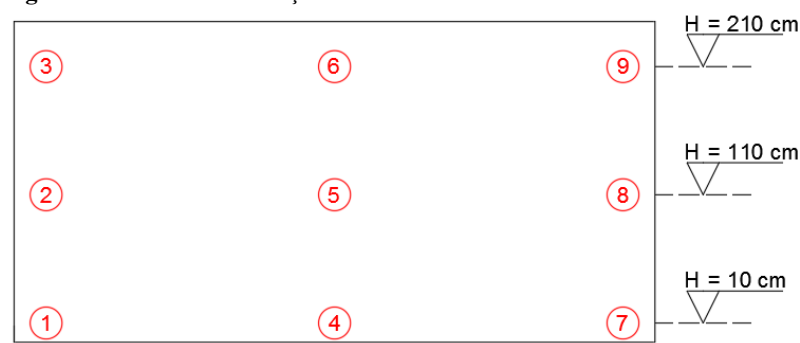
Após identificação descrita, foi medido a planicidade, locação e prumo das paredes de alvenaria, cujo processo de medição está descrito no quarto item deste projeto. As medidas de cada parede foram tiradas de nove pontos de três alturas diferentes, com auxílio de um laser. O mapeamento das medições pode ser observado através da figura 20 e 21.

Figura 20 – Processo de medição



Fonte – Autor

Figura 21 – Pontos de medição



Fonte – Autor

Em seguida verificou-se as dimensões das juntas verticais e horizontais das paredes, a verificação foi feita tomando-se pontos aleatórios da parede, variando a horizontalidade e verticalidade das juntas. Após isso, analisou-se a espaço reservado para o encunhamento. O processo dessa medição também estará descrito no tópico 4.

As medidas registadas através deste levantamento tiveram seus dados computados em uma tabela, feita através do programa Excel da Microsoft, cujo modelo pode ser observado através da figura 21. Os itens Med 1, 2 e 3, Med 4, 5 e 6 e Med 7, 8 e 9 da figura 19 correspondem aos itens NIVEL-INICIO, NIVEL-MEIO e NIVEL-TERMINO, da tabela, respectivamente.

[illegible]

Fonte – Autor

A área de paredes inspecionadas foi superior 270m², para todos os itens verificados. Esse número foi retirado através da análise de amostra feita abaixo.

- População: 900 m² (quantidade de serviço para dois pavimentos)
- Nível de confiança desejado: 95%
- Erro admissível: 5%, $\alpha = 0,05$
- Valor para $z = 1,96$

Equação 1:

$$n = \frac{no}{1 + \frac{no}{N}}$$

Equação 2:

$$no = \frac{(Z)^2 \cdot 0,25}{\alpha^2}$$

Desenvolvendo as duas equações, tem-se:

$$n = \frac{\frac{(Z)^2 \cdot 0,25}{\alpha^2}}{1 + \frac{\frac{(Z)^2 \cdot 0,25}{\alpha^2}}{N}}$$

Substituindo os valores na equação acima:

$$n = \frac{\frac{(1,96)^2 \cdot 0,25}{0,05^2}}{1 + \frac{\frac{(1,96)^2 \cdot 0,25}{0,05^2}}{900}}$$

$$n = \frac{384}{1 + \frac{384}{900}}$$

$$n = \frac{384}{1,4267}$$

$$n = 269,1569 \text{ m}^2$$

Logo, para uma população de 900 m² de alvenaria, pode-se considerar que uma amostra de 270 m² seria representativa, considerando um erro e 5% e um intervalo de confiança de 95%.

3.2.3. Análise de resultados

Nesta parte do projeto, procurou-se identificar possíveis ameaças através de análise das informações coletadas.

Após levantamento dos dados, os mesmos foram conferidos conforme o PBQP-H/SC – Manual de controle de obras e serviços, onde as tolerâncias pertinentes ao processo de elevação de alvenaria estão descritas conforme a figura 23:

Figura 23 - Tolerâncias do processo de elevação de alvenaria

ÍTEM	SERVIÇOS ITENS DE VERIFICAÇÃO	REFERÊNCIA	PARÂMETROS DE ACEITAÇÃO		OBSERVAÇÕES
			Norma		
			Requerido	Tolerância	
5	Alvenaria de Vedação				
	Alinhamento (ref. eixo de locação)	Projeto	Atender ao especificado		Desvio admitido: 5mm / régua de 2m; máximo de ±10mm em relação ao comprimento total da parede Equipamento: régua de alumínio de 2m e trena metálica (diferença no meio da régua)
	Prumo de alvenaria	NBR 8545	Atender ao especificado		Desvio admitido: ± 2mm/m em relação à altura Equipamento: prumo de face e trena metálica
	Planeza	NBR-08545 (pg. 12)	< 5mm		Desvio admitido: <= 5mm / no centro da régua de 2m
	Nível de alvenaria	NBR 8545	Verificado durante o levantamento da alvenaria		Equipamento: nível de mangueira
	Juntas argamassa horizontal. (espessura)	NBR-08545 (pg. 10)	10mm		Tolerância: - 3mm, + 5mm Equipamento: trena metálica
	Juntas argamassa vertical (espessura)	NBR-08545 (pg. 10)	10mm		Tolerância: - 10 mm, + 5mm; exceto bloco de fechamento (sem tolerância) Equipamento: trena metálica
	Desvio de esquadro				Desvio admitido: ± 3 mm Lado maior do esquadro 60x80x100cm
	Vãos - Verga e contra verga Largura	NBR-08545 (pg. 9)	Vão + 20cm (cada lado)		Tolerância: - 20mm Equipamento: trena metálica Em caso de vãos superiores a 2,4 metros a verga deve ser calculada como viga
	Vãos - Verga e contra verga Altura	NBR-08545 (pg. 9)	>10cm		Tolerância: - 20mm Equipamento: trena metálica
	Encunhamento	NBR-08545	Executar o encunhamento após levantamento da alvenaria do pavimento superior e após no mínimo 7 dias da conclusão da alvenaria		Em caso de utilização de argamassa com expansor, deixar folga de 20 mm, com tolerância de ± 10 mm

Fonte – PBQP-H/SC

Com exceção dos itens de vergas e contra vergas, onde a referência utilizada para ele foi de acordo com Thomaz e Helene (2000), que prevê um transpasse de 40cm para cada lado.

No processo de mapeamento, foi observado o processo executado pelo funcionário, onde procurou-se identificar possíveis riscos durante a execução da elevação de alvenaria.

Os dados levantados através da inspeção de produto foram analisados através do programa statistica, onde gerou-se gráficos e dados estatísticos para identificação de possíveis ameaças.

3.2.4. Elaboração de relatórios A3 para o processo de elevação de alvenaria com foco nos problemas encontrados

Após coleta e análise de dados retirados pelos itens 3.2.1 e 3.2.2 e feita a análise dessa coleta, elaborou-se um relatório A3 para o procedimento de elevação de alvenaria.

O objetivo do relatório é abordar os conceitos de qualidade, descritos no referencial teórico, identificando os riscos observados através da análise de dados.

A ideia é que o relatório auxilie os engenheiros, técnicos e funcionários na hora de tomada de decisão, mostrando os problemas pertinentes na obra. Procurou-se criar um relatório de linguagem facilitada, aos moldes do modelo Toyota, e bastante visual, a fim de se compreendido por todos.

O relatório A3 será estruturado conforme a figura 24

Figura 24 – Modelo visual de relatório A3




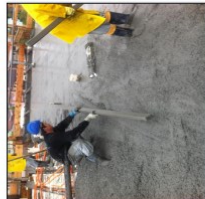





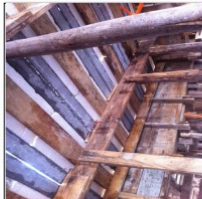






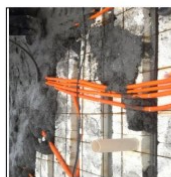

PROCEDIMENTO OPERACIONAL - November 10, 2016							
LANÇAMENTO/ADENSAMENTO CONCRETO PARA PEÇAS ESTRUTURAIS							
PROCEDIMENTO OPERACIONAL		DEFEITOS CONSTRUTIVOS		PONTO DE CONTROLE			
<div>1</div> 	<div>2</div> 						
							
LANÇAR CONCRETO EM VIGAS		ARMADURA A MOSTRA POR FALTA DE RECOBRIMENTO		NIVELAMENTO DE CONCRETO NA LAJE			
<div>3</div> 	<div>4</div> 						
							
LANÇAR O CONCRETO EM LAJES		VIBRAÇÃO REALIZADA DE MANEIRA INADEQUADA		NIVELAMENTO DO NÍVEL DAS FORMAS			
<div>5</div> 	<div>6</div> 						
							
SARRAFER O CONCRETO		VIBRAÇÃO REALIZADA DE MANEIRA INADEQUADA		O VIBRADOR DEVERÁ SER POSICIONADO NA POSIÇÃO VERTICAL			
REALIZAR O ACABAMENTO		VIBRAÇÃO REALIZADA DE MANEIRA INADEQUADA		O VIBRADOR DEVERÁ SER POSICIONADO NA POSIÇÃO VERTICAL			
				POSICIONAMENTO DOS PONTOS DE INSTALAÇÕES			

Figura n – Rafael Cunha (2016)

4. RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo descrever o processo observado em obra, relatar o processo de inspeção realizado e identificar ameaças e expô-las através de um relatório A3.

A partir dos dados coletados durante o processo observado e a inspeção de produto foi realizado um processo de estudo e análise, através de bibliografias e normas. O foco foi identificar possíveis ameaças e, a partir das informações coletadas, realizou-se um relatório A3 indicando os riscos.

4.1. Processo observado

O processo de elevação de alvenaria foi observado durante sua execução no quarto pavimento tipo. Os processos de preparação da base e marcação da alvenaria não foram observados pois o procedimento já havia ocorrido antes de início deste acompanhamento, também não foi observado o procedimento de encunhamento devido ao planejamento atual da obra, que se encontrava lento.

O processo observado procedeu da seguinte forma:

I. Nivelamento

O nivelamento era feito através de marcas grossas, feitas com gesso, nos pilares, espaçadas a cada 22cm, de onde o funcionário esticava uma linha de nylon, após assentar duas peças cerâmicas de extremidade, todo vez que fosse assentar uma nova fiada de tijolos.

Figura 25 - Processo de nivelamento



Fonte - Autor

II. Transporte de materiais

Os materiais necessários para o procedimento eram: blocos cerâmicos e argamassa de cimento.

Os blocos cerâmicos eram pegos através de um estoque provisório localizado no mesmo andar, próximo ao elevador de carga. Os blocos eram transportados com o auxílio de um carinho de mão.

A argamassa de cimento era preparada no pavimento térreo, por uma betoneira. Após pronta a massa, ela era despejada em um carrinho de mão que era transportado para o andar do serviço pelo elevador de carga.

Figura 26 - Transporte de materiais



Fonte - Autor

III. Assentamento

Este procedimento era iniciado através do assentamento dos dois blocos da extremidade, onde o funcionário colocava argamassa em cima dos blocos já assentados e também sobe a face lateral do bloco cerâmico a ser assentado. Após isso, o funcionário assentava o bloco friccionando-o contra o pilar e posteriormente aplicava leves golpes para que o mesmo ficasse nivelado com a linha de nylon esticada. O processo de assentamento dos blocos intermediário seguia os mesmos passos, só a ligação agora era feita entre os blocos cerâmicos e não mais com o pilar.

O nível superior era iniciado de modo a garantir que as juntas ficassem amarradas (juntas descontinuas). Também era realizado o processo de fixação ao pilar através de telas eletro galvanizadas chumbadas aos pilares.

IV. Corte

Os cortes, quando necessários, eram feitos com o auxílio da colher de pedreiro, onde o funcionário aplicava golpes sob a peça cerâmica até rompe-la ou desgasta-la até dimensão desejada.

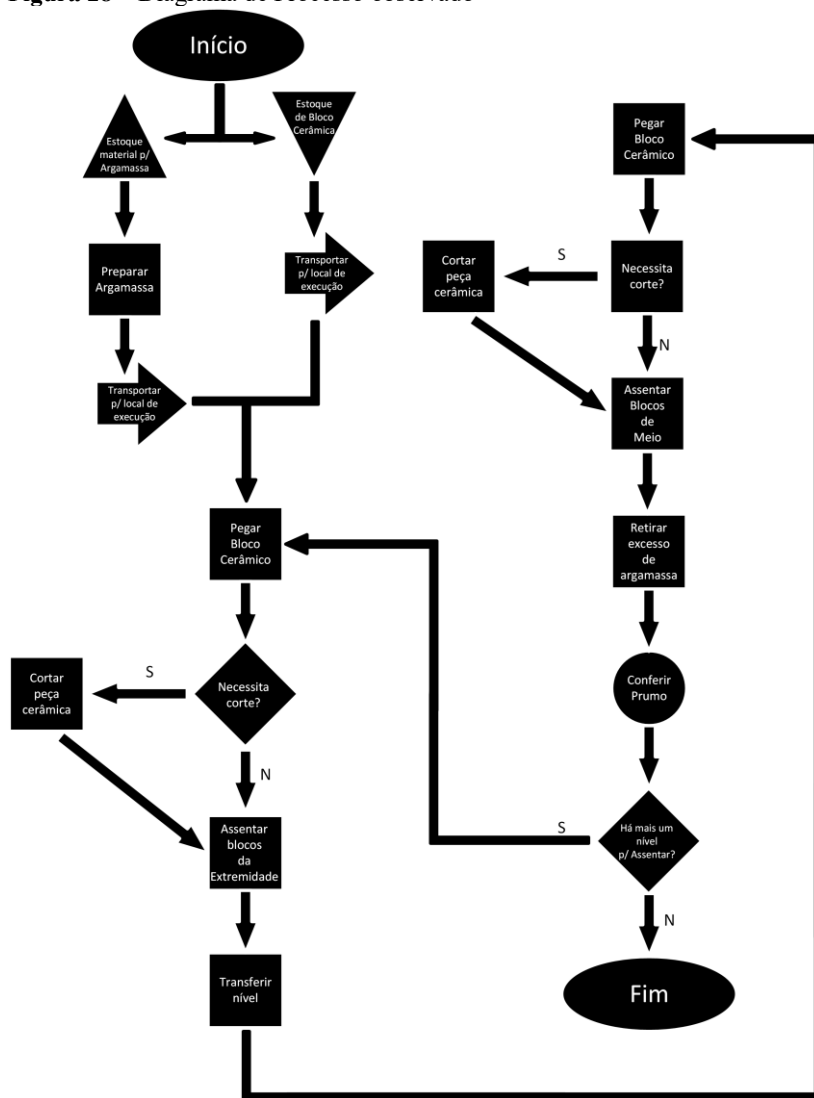
Figura 27 - Procedimento de corte



Fonte - Autor

O diagrama de processo do serviço observado foi:

Figura 28 – Diagrama de Processo observado



Fonte – Autor

4.2. Inspeção de produto

O Processo de inspeção foi realizado pelo autor deste trabalho e pelo mestrando Rafael de Azevedo Nunes Cunha, onde as ferramentas utilizadas para a medição foram adquiridas pelos próprios pesquisadores. As ferramentas utilizadas são as expostas na figura 16.

Figura 29 - Ferramentas para inspeção



Fonte – Autor

Posteriormente acrescentou-se um esquadro de maior dimensão, cedido pelo mestre de obras, para maior precisão durante as medições e transferência dos eixos.

O procedimento de inspeção foi dividido em duas partes: primeiramente inspecionou-se os prumos, locação e planicidade das paredes dos apartamentos e, subsequentemente, foram inspecionadas as espessuras das juntas horizontais, verticais e encunhamento.

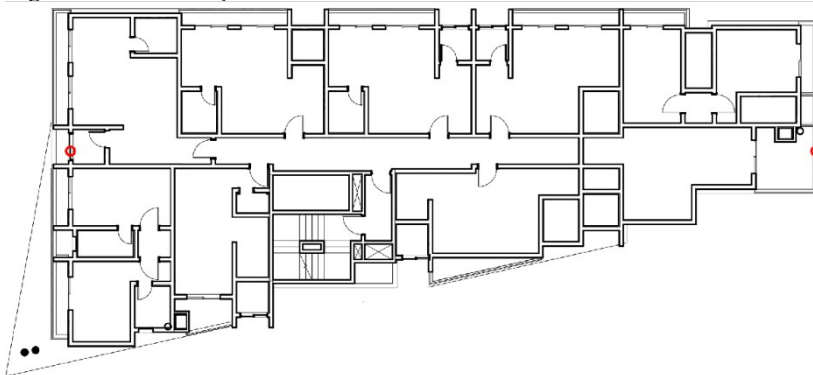
Efetuuou-se primeiramente todo o processo de conferencia dos prumos, locação e planicidade de quatro apartamentos, dois do segundo andar e dois do terceiro andar. Somente após o fim da medição desta etapa que se iniciou a parte de averiguação das juntas e encunhamento, onde

foram investigados sete apartamentos, três do segundo andar e quatro do terceiro.

4.2.1. Inspeção de prumo, horizontalidade e planicidade

A inspeção desses itens teve sua medição feita utilizando, como base, o eixo central do edifício, levantado por um testemunho deixado pelo topógrafo da obra. O eixo era identificado por dois pregos, localizados segundo a figura 17.

Figura 30 - Localização dos eixos



Fonte – Autor

A partir do eixo, era esticada uma linha de nylon, ligando os dois pontos, amarrada aos pregos. A linha era amarrada sobre forte tensão de modo a facilitar a transferência do eixo para o apartamento.

Figura 31 - Ligação dos eixos



Fonte – Autor

Utilizando a linha como referência, iniciou-se o processo de transferência de eixo, onde utilizou-se uma trena, esquadro pequeno, lápis de carpinteiro e laser, para este procedimento.

Primeiramente utilizava-se a trena, partindo da linha de eixo, para marcar dois pontos dentro do apartamento e com auxílio do esquadro e lápis, marcava-se um ponto no chão.

Figura 32 – Marcação do novo eixo



Fonte – Autor

Para garantir uma maior precisão para o processo, os pontos alocados para dentro do apartamento deveriam possuir grande distância entre si, para tal, foi necessário a aplicação de um pequeno furo, na parede de alvenaria, que possibilitasse a passagem de uma trena e assim viabilizando essa distância entre os dois pontos. Os furos foram feitos utilizando martelo e cinzel.

Figura 33 – Aplicação do furo



Fonte – Autor

Após marcar os dois pontos, de mesma distância em relação ao eixo principal, para dentro do apartamento, conferiu-se com um laser para verificar e, caso necessário, ajustar os pontos alocados. Todos os eixos transferidos foram reconferidos pelo mestre de obra.

Figura 34 - Conferência do eixo transferido



Fonte – Autor

Após conferir os eixos, marcava-se um testemunho utilizando uma linha de bater nível

Figura 35 - Marcação com pó xadrez

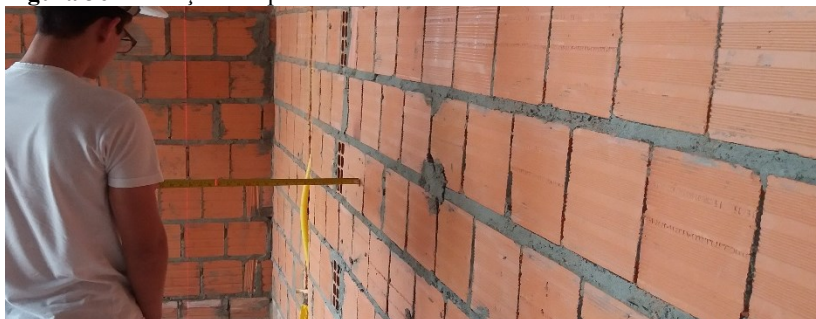


Fonte – Autor

Passada a parte de transferência de eixo para os quatros apartamentos, sucedeu-se então o processo de medição propriamente dito. O processo contou com as seguintes atividades: posicionamento do laser, medição das paredes, medição das vigas e transferência de eixo.

Inicialmente paginava-se os eixos necessários para a medição do apartamento, de modo a puxar uma menor quantidade de eixo possíveis. Posteriormente, posicionava-se o laser sobre o eixo transferido, após isso, utilizava-se uma trena para medir nove pontos da parede, conforme descrito na figura 21. Medidos os pontos, verificava se a parede estava ligada a uma viga e, caso estivesse, media-se a viga.

Figura 36 - Medição dos pontos

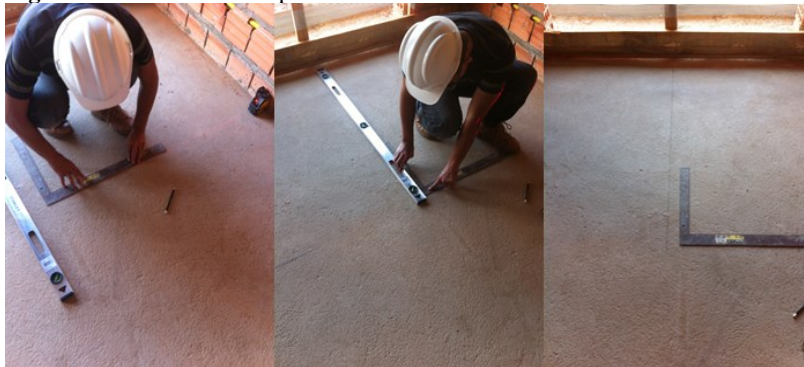


Fonte – Autor

As medidas registradas na tabela eram feitas subtraindo-se a maior grandeza entre as medidas de número 1 e 7(referentes a figura 21) dos nove pontos coletados de cada parede. Adotou-se esse sistema devido aos pontos 1 e 7 estarem ligados com os dois primeiros blocos a ser assentado no processo de colocação da primeira fiada, estando diretamente relacionados com a locação da parede.

Após isso, o eixo era transferido para medir outra parede. O procedimento de transferência era feito através de um esquadro 60x80. O processo consistia em posicionar o esquadro em um eixo já locado, após isso, utilizava-se uma régua de 1,5m na parte perpendicular, ao eixo já locado, para dar maior precisão na hora de posicionar o laser. Feito isso, finalizava-se marcando o novo eixo no chão através de um lápis de carpinteiro.

Figura 37 - Procedimento para transferência de eixo

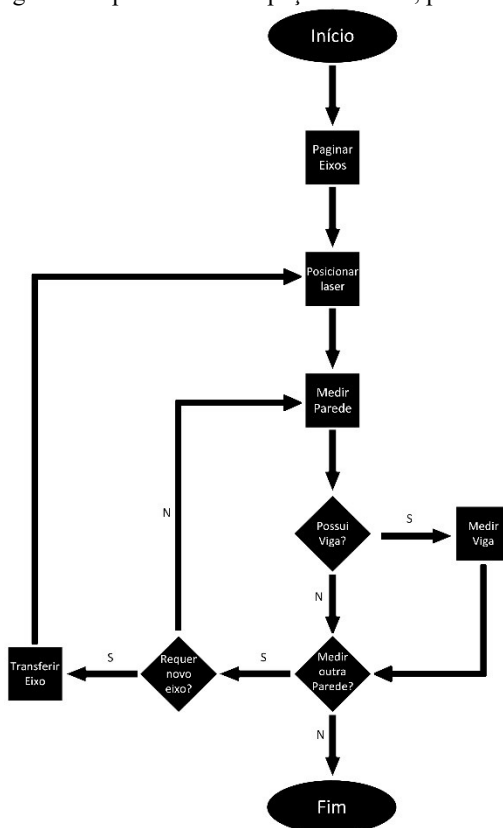


Fonte – Autor

Posteriormente, posicionava-se o laser ao novo eixo e repetia-se todo o processo até que o quarto fosse totalmente medido.

O diagrama de processo de inspeção do nível, prumo e locação é descrito conforme o diagrama a seguir.

Figura 38 - Diagrama de processo de inspeção de nível, prumo e locação.



Fonte – Autor

4.2.2. Inspeção de juntas horizontais e encunhamento

Finalizado todo o processo anterior em todos os apartamentos, seguiu-se o processo de inspeção das juntas e encunhamento, o processo contava basicamente com a utilização de uma trena e algum suporte para a medida de encunhamento.

O processo iniciou com a inspeção de todas as juntas horizontais de um apartamento, onde eram tomados cinco pontos de cada parede e adotava-se que esse ponto era constante para todo aquele nível.

Figura 39 - Medição de juntas horizontais.



Fonte – Autor

O processo de controle das juntas verticais foi parecido com o de juntas horizontais, a não ser quando a parede era ligada a um pilar, neste caso, as duas primeiras medidas eram tiradas da ligação pilar/alvenaria.

Figura 40 - Medição de juntas verticais.



Fonte – Autor

Por fim, observou-se o espaço reservado para aplicação do encunhamento, onde foram tiradas três medidas, exceto para paredes muito curtas, devido ao espaço reservado para o encunhamento variar muito ao longo da extensão das paredes.

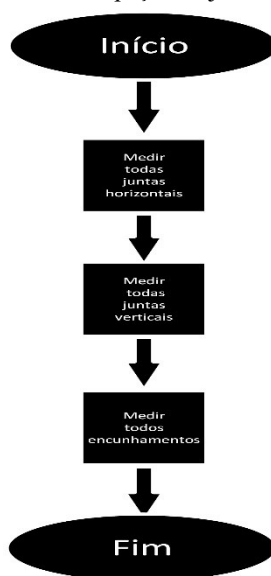
Figura 41 - Medição de encunhamento



Fonte – Autor

O processo de inspeção de juntas e encunhamento pode ser traduzido através do diagrama a seguir:

Figura 42 - Diagrama de processo de inspeção de juntas e encunhamento



Fonte – Autor

4.3. Análise dos dados

4.3.1. Processo observado

Através de análise das informações retiradas do processo observado, pode-se concluir que o procedimento era realizado com as seguintes ocorrências:

- Falta de paginação

O modo como os blocos cerâmicos eram cortados demonstra a ausência de projeto de paginação, ou o mesmo não era seguido pelo funcionário. Assim o trabalhador cortava apenas quando via a necessidade para tal, de forma empírica.

- Falta de 5'S e controle de estoque

Durante o procedimento, o funcionário parava o processo sempre que se necessitava de uma tela eletro galvanizada, ou seja, não deixando a mão os materiais necessários para execução do procedimento.

Também se verificou que não havia um controle de material utilizado, que pode ser justificado por ter apenas um funcionário no processo, visto que fluxo sempre era interrompido quando acabava a argamassa para o assentamento.

- Falta de padronização de processo

Durante a execução da elevação de alvenaria, verificou-se que o procedimento não era realizado de forma padronizada e sim de modo a seguir um sistema pré-estabelecido, ex: o funcionário sabia que deveria cortar a peça cerâmica, mas o jeito que ele iria corta-la poderia ser qualquer um, que foi o caso da colher de pedreiro.

Outro fator que auxiliou para a essa conclusão foi devido aos artifícios adotados pelo funcionário durante o processo, como o exemplo da figura 43:

Figura 43 – Artificio para estabilizar bloco cerâmico.



Fonte – Autor

- Falta de atenção

O bloco cerâmico, que estava sendo assentado, tinha altura de 19 cm. O modo como a marcação era feita nos pilares, a cada 22 cm, já ocasionava no descumprimento da NBR 8545, pois tal medição praticamente garantia uma junta de 3 cm.

4.3.2. Inspeção de produto

Através dos dados coletados, e com auxílio do programa statistica, chegou-se a seguinte informação:

Figura 44 - Dados estatísticos.

Variável	Tolerância (mm)	Medições (mm)	Média (mm)	Mediana (mm)	Valor Mínimo (mm)	Valor Máximo (mm)	Desvio Padrão (mm)	Erro Padrão (mm)
Nível	5	405	4,47	3,00	0,00	39,00	5,45	0,27
Prumo	4	137	3,77	3,00	0,00	19,00	3,62	0,31
Locação/Esquadro	10	47	7,15	5,00	0,00	31,00	7,23	1,05
Juntas Horizontais	7 - 15	525	23,07	23,00	4,00	55,00	7,58	0,33
Juntas Verticais	7 - 15	525	18,69	17,00	1,00	63,00	12,24	0,53
Encunhamento	20 +/- 10	308	30,24	29,00	1,00	85,00	14,36	0,82

Fonte – Autor

Também foram gerados gráficos de caixa, de dispersão e histogramas (Apêndices B, C, D, E, F e G). Com os histogramas, pode-se verificar que apenas as juntas verticais apresentaram distribuição normal.

Após análise dos dados estatísticos juntamente aos de gráficos plotados, verificou-se que todos itens verificados do produto apresentaram desconformidades com as tolerâncias adotadas, onde teve itens com maior incidência de descumprimento que outros.

As ocorrências registradas foram:

- Planicidade

Os resultados de planicidade foram retirados utilizando o plano gerado a partir do laser como referência. Através da tabela de inspeção e dos gráficos gerados, notou-se que muitos dos pontos medidos encontravam-se com o plano irregular.

Os planos contendo vigas ou pilares apresentaram muitas distorções com relação a planeza das paredes. Também foram observados alguns descuidos entre amarrações entre paredes.

Figura 45 – Falta de planicidade



Fonte – Autor

- Prumo

Ainda que tenha tido uma incidência menor de inconformidades, algumas paredes encontraram-se muito desapumadas.

Todas as paredes que dão acesso a sacada apresentaram problemas grandes de prumo, o que pode demonstrar alguma dificuldade no processo na hora de elaborar uma parede com descontinuidades.

Também se identificou que boa parte das inconformidades se encontravam nas paredes que apresentavam detalhes construtivos de verga e contra-verga.

- Locação/Esquadro

O alinhamento das paredes, que está relacionado a problemas de dimensionamento do ambiente, sofreu grande variabilidade entre as

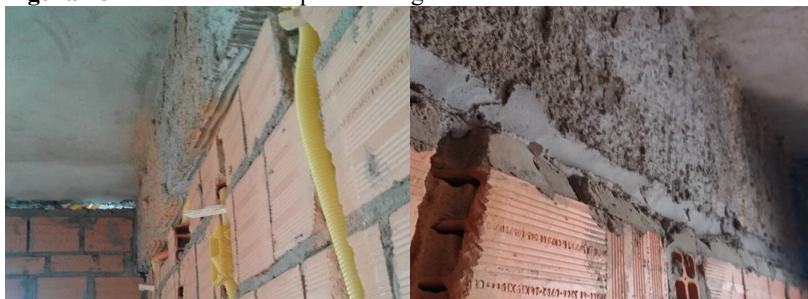
amostras, onde alguns apartamentos demonstraram maior desconformidade com as tolerâncias do que outros. Fato que pode ser explicado pela alta rotatividade da mão de obra, indicando que uns funcionários aparentaram ser mais capacitados na hora de locar a parede.

Novamente observou-se um problema em paredes descontínuas, chegando a ser motivo de retrabalho na obra.

Outro problema encontrado foi a falta de compatibilidade com as vigas. Observando as tabelas de inspeção, pode-se verificar que houveram casos onde a parede encontrava-se muito desalinhada com a viga, essa diferença pode ser percebida também no outro lado da parede.

A parede 3 do apartamento 304 e a 8 do 305 apresentaram problemas de esquadro considerando o pilar. Caso a parede apresente um processo de requadro previsto, ela mostra-se corretamente no esquadro, vide tabela de inspeção.

Figura 46 – Desencontro de parede e viga



Fonte – Autor

- Juntas horizontais

As juntas horizontais apresentaram grande desconformidade com as tolerâncias em todas as amostras de apartamento, onde pouquíssimas amostras coletadas ficaram dentro dos limites adotados.

A maioria das amostras coletadas apresentavam espessuras maiores do que o limites de 15mm. O possível fator para a ocorrência disso pode ser na hora da marcação, onde as marcações já são feitas considerando espessuras maiores que o limite de 15mm, como visto no processo observado.

- Juntas verticais

As juntas verticais além de apresentarem grande parte de suas juntas com espessuras acima do limite máximo, não tanto como as horizontais, também apresentaram muitas juntas com espessuras muito baixas e juntas a seco.

Também se encontrou muitas juntas com sobras de argamassa, que não foram limpas após assentamento dos blocos. Principalmente em locais próximo ao teto, parte do procedimento onde a trabalhador não tem acesso aos dois lados da parede com facilidade.

Figura 47 – Junta com sobra de argamassa.



Fonte – Autor

Figura 48 - Juntas ineficientes.

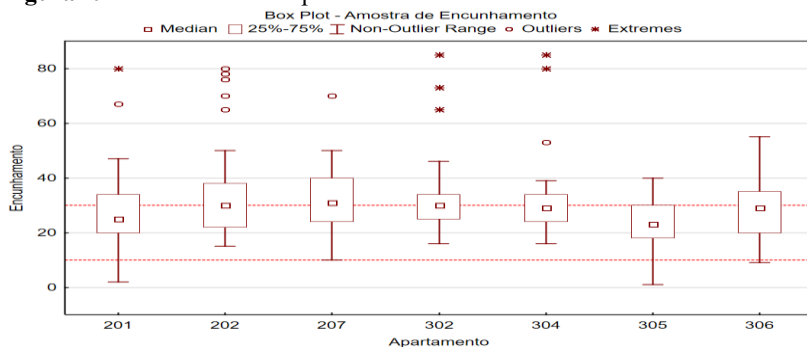


Fonte – Autor

- Encunhamento

Conforme o gráfico a seguir, constatou-se que muito dos espaços reservados para o encunhamento se mostraram superiores ao limite, isso considerando espaço entre o bloco cerâmico e a laje (não considerando a argamassa de assentamento).

Figura 49 - Gráfico de caixa para amostra de encunhamento



Fonte – Autor

Com isso, pode-se verificar o alto desperdício de argamassa de assentamento da obra, sendo esta utilizada para o controle da espessura dos encunhamento para posterior aplicação da argamassa com expensor. Constatou-se também alguns casos de encunhamento pouco espessos, que configura risco alto para a manifestações de patologias.

- Vergas e contra-vergas

O procedimento de vergas e contra-vergas se fez através de uma análise em campo, sem registros para análise estatística. O serviço mostrou-se muito variável entre os apartamentos, onde alguns apartamentos apresentavam pouco ou nenhum transpasse do dispositivo, outros apresentavam transpasse excessivo e em alguns caso não era feito.

Figura 50 – Problemas de vergas e contra-vergas



Fonte – Autor

4.4. Relatório A3

Através da análise de dados, foram identificados os possíveis risco na obra e, a partir disso, elaborou-se um relatório A3 que pode ser observado através da figura 51.

Figura 51 - Relatório A3 do processo de elevação de alvenaria.

RELATÓRIO DE PROCEDIMENTO - Novembro 22, 2016

Elevação de Alvenaria

1

LOCAR ESCANTILHÃO DE MADEIRA E MARCAR AS GALGAS

2

ASSENTAR BLOCOS NAS EXTREMIDADES

3

TRANSFERIR LINHA DE NÍVEL

4

CORTAR BLOCO

5

ASSENTAR BLOCOS

6

CONFERIR PRUMO E NÍVEL

RISCOS



PROBLEMAS DE PLANEZA, PRUMO E LOCAÇÃO CAUSANDO DEFETOS



ENCUNHAMENTOS COM POUCA ESPESURA



JUNTAS HORIZONTAIS/VERTICAIS MUITO ESPESAS OU A SECO



VERGAS E CONTIVERGAS COM TRANSPASSE INADEQUADO

PONTOS DE CONTROLE



GALGA DE NÍVEL: MARCAR CONSIDERANDO JUNTAS DE 1 CM



PLANEZA DE VER EM QUANTO: VERIFICAR PLANEZA DURANTE A ELEVACÃO



PRUMO: MEDIR PRUMO A CADA FIADA

Tolerâncias

ITEMS DE VERIFICAÇÃO	REFERÊNCIA	REQUISITO	OBSERVAÇÕES
Alinhamento/Equilíbrio	NBR B545	Conforme Projeto	Dentro admitido: 5 mm a cada 2 metros ou máximo de qualquer comprimento
Prumo de alvenaria	NBR B545	Conforme Projeto	Dentro admitido: 5 mm por metro
Planeza	NBR B545	menor que 5 mm	Dentro admitido: 5 mm no interior de cada argamassa de 2m
Juntas argamassa horizontal	NBR B545	10 mm	Dentro admitido: juntas entre 7 mm e 15 mm
Juntas argamassa vertical	NBR B545	10 mm	Dentro admitido: juntas entre 7 mm e 15 mm
Verga e contra-verga	Expediente	40 mm	mm
Encunhamento	NBR B545	20 mm	Dentro admitido: espessura entre 10 mm e 30 mm

Fonte – Autor

Também foi gerado um modelo A4 informando como o produto será inspecionado.

Figura 52 - Anexo do relatório: Procedimento de inspeção

INSPEÇÃO- November 22, 2016 ELEVACÃO DE ALVENARIA			
PROCESSO DE INSPEÇÃO			
1		2	
PLANICIDADE/LOCAÇÃO E PRUMO – MEDIDOS COM RELAÇÃO AO EIXO FORMADO PELOS PONTOS MARCADO PELO TOPOGRAFO		3	
		PLANICIDADE/LOCAÇÃO E PRUMO – EIXO É TRANSFERIDO PARA O ARTAMENTO ATRAVÉS DE TRENA E ESQUADRO	
4		5	
PLANICIDADE/LOCAÇÃO E PRUMO – MARCA-SE O EIXO COM LINHA E PÔ XADREZ		PLANICIDADE/LOCAÇÃO E PRUMO – POSICIONA-SE UM LAZER SOBRE O EIXO E RETIRA-SE AS MEDIDAS	
6		7	
PLANICIDADE/LOCAÇÃO E PRUMO – EIXOS NO INTERIOR DO APARTAMENTO TRANSFERIDOS A PARTIR DE ESQUADRO E RÉGUA		JUNTAS HORIZONTAIS/VERTICAIS – MEDIDA, COM AUXÍLIO DE TRENA, SUAS ESPESURAS	
8		9	
ENCUNHAMENTO – COM AUXÍLIO DE UMA TRENA, É MEDIDO ESPAÇO ENTRE BLOCO CERÂMICO E A SUPERFÍCIE		VERGAS E CONTRA-VERGAS – MEDIDO, ATRAVÉS DE UMA TRENA, O TRANSPESE REALIZADO	
EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS		EPI	
			
Equipamentos para execução do serviço		Equipamentos para realização da inspeção	

Fonte – Autor

5. CONCLUSÃO

Este capítulo expõe as conclusões retiradas através do desenvolvimento deste trabalho e considerações a respeito dos objetivos propostos. Também é exposto sugestões para futuros trabalhos com temas pertinentes ao assunto da pesquisa.

5.1. Conclusão

Esta pesquisa teve como objetivo aplicar os conceitos de qualidade no processo. Para tal, elaborou-se todo um processo de inspeção de serviço e de produto para o procedimento adotado, com o propósito de elaborar um relatório de identificação de falhas, para que através disso se realize melhorias ao processo.

Primeiramente observou-se o processo construtivo de elevação de alvenaria, a fim de compara-lo segundo bibliografias e normas técnicas. Pode-se notar que o processo era realizado sem um controle de qualidade e tolerâncias, apresentando vícios nocivos ao procedimento. Durante o processo de execução, pode-se verificar que a falta de qualidade gerava desorganização do local de trabalho e o serviço era realizado sem padronização, contendo desperdício de material e mão de obra.

Posteriormente, através de inspeção do produto, conseguiu-se comprovar a falta de qualidade no processo através da amostra coletada, que apresentou grande desconformidade com as tolerâncias adotadas. Pela análise de dados, verificou-se que todos os itens de verificação apresentaram riscos de futuras patologias e de desperdício de material. Riscos como juntas muito espessas, juntas a seco, paredes desaprumadas, etc. mostraram-se pertinentes entre a coleta de dados

Através desta análise, observou-se a necessidade do controle de processo de alvenaria em diversos pontos (visto que ele se mostrou ineficiente segundo o conceito de qualidade na produção), para que a obra não se depare com possíveis problemas futuros.

Como visto anteriormente, em tempos de crise, sobreviveram empresas que souberem criar diferenças. Com os clientes hoje em dia cada vez mais exigentes e com a nova norma de desempenho de

edificações habitacionais (ABNT NBR 15575:2013), a qualidade na construção deixa de ser uma opção e passa a se tornar uma obrigação.

Finalmente, acredita-se que o controle de qualidade deve ser feito de uma forma a auxiliar o processo e maximizar os ganhos, procurando sempre uma melhora contínua, diferente de casos onde o controle da qualidade se dá apenas no produto acabado, gerando retrabalhos e desperdícios.

5.2. Sugestões para pesquisas futuras

A fim de dar continuidade aos processos desta pesquisa, sugere-se como complemento deste trabalho:

- a) Aplicar ações corretivas aos riscos identificados durante uma inspeção de qualidade, gerando procedimentos operacionais;
- b) Elaborar procedimentos de análise e relatórios para os processos construtivos de uma parede de vedação, do início ao fim;
- c) Realizar um estudo sobre o impacto gerado pelo controle de qualidade;
- d) Aplicar o conceito no controle de suprimentos.

REFERÊNCIAS

- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 8545. **Execução de Alvenaria Sem Função Estrutural de Tijolos e Blocos Cerâmicos**. 1984
- CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. 1999. Belo Horizonte.
- GARVIN, D. **Gerenciando a Qualidade: A Visão Estratégica e Competitiva**. 1992. Rio de Janeiro.
- GONZALES, E. F. **Análise da implantação da programação de obra e do 5s em um empreendimento habitacional**. 2002. Florianópolis.
- ISATTO, E. et al. **LeanConstruction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil**. 2000. Porto Alegre
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. 2005. Porto Alegre.
- JURAN, J.M. **A Qualidade Desde o Projeto: Novos Passos para o Planejamento da Qualidade em Produtos e Serviços**. 1992, São Paulo
- LEÃO, C. F. **Proposta de Modelo para Controle Integrado da Produção e da Qualidade Utilizando Tecnologia de Informação**. 2014. Porto Alegre.
- NAZARIO, D; ZANCAN, E. C. **Manifestações das Patologias construtivas nas Edificações Públicas da Rede Municipal e Criciúma: Inspeção dos Sete Postos de Saúde**. 2011. Santa Catarina
- RACHID, L. E. F. **Plano de Inspeção para Serviço de Alvenaria – Estudo de Caso: Conjunto Julieta, Cascavel – PR**. 2015. Fortaleza.

PALADINI, E. P. Gestão Estratégica da Qualidade – Princípios, Métodos e Processos. 2009. São Paulo.

RODRIGUEZ, A. O. Análise de Conformidade na Execução do Processo Construtivo de Alvenaria Estrutural em Habitações de Interesse Social. 2010. Rio Grande do Sul.

ROTHER, M; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar: Mapeando o Fluxo de Valor para Agregar Valor e Eliminar o Desperdício. 2003. São Paulo

SILVA, J. M. O Ambiente de Qualidade na Prática – 5s. 1996. Belo Horizonte.

SOUZA, R. Metodologia para Desenvolvimento e Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Porte. 1997. São Paulo.

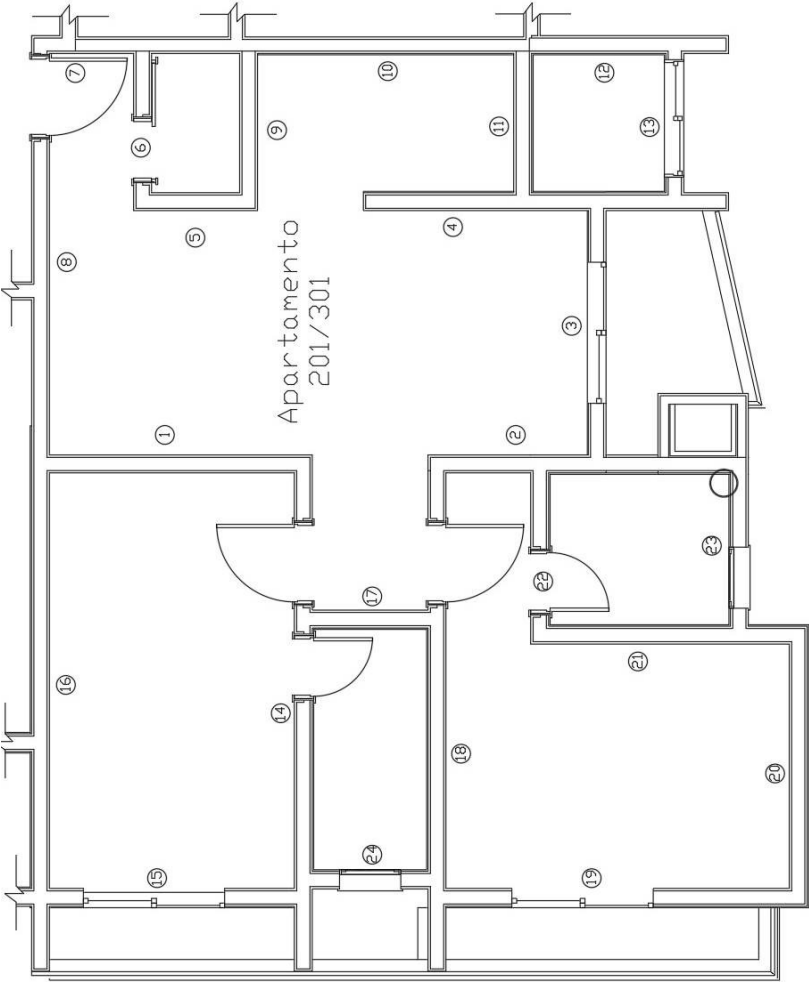
SHOOK, J. Gerenciando para o aprendizado: usando um processo de gerenciamento A3 para resolver problemas, promover alinhamento, orientar e liderar. 2008. Lean Institute Brasil.

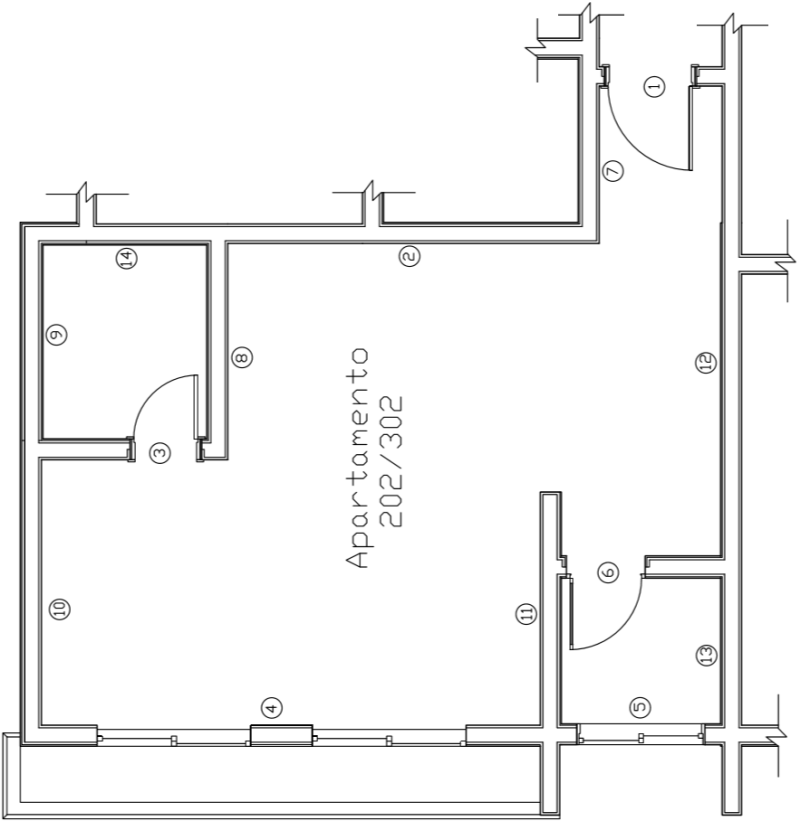
SUKSTER, R. A Integração entre o Sistema de Gestão da Qualidade e o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras. 2005. Porto Alegre.

THOMAZ, E; HELENE, P. Qualidade no Projeto e na Execução de Alvenaria Estrutural e de Alvenarias de Vedação Em Edifícios. 2000. São Paulo.

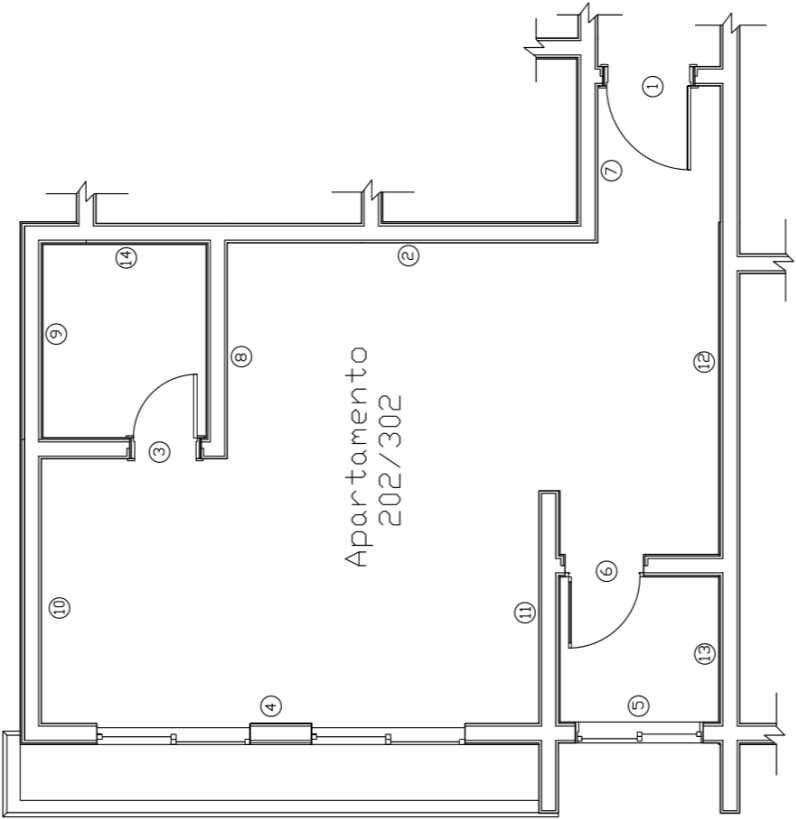
APÊNDICE

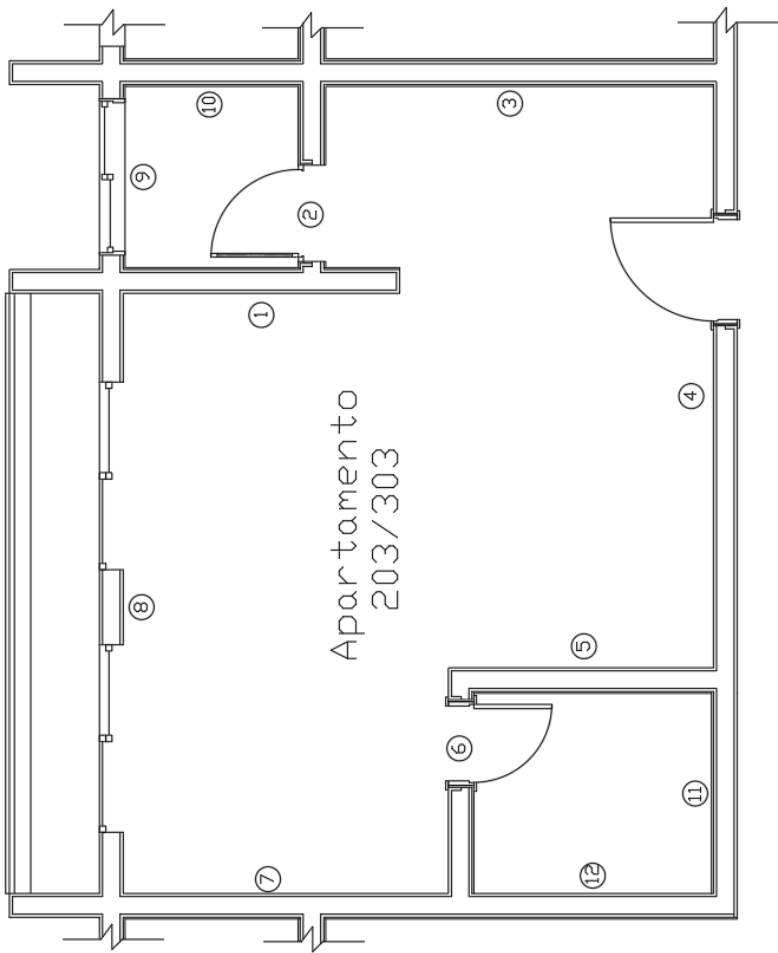
APÊNDICE A – Tabelas e mapas das inspeções

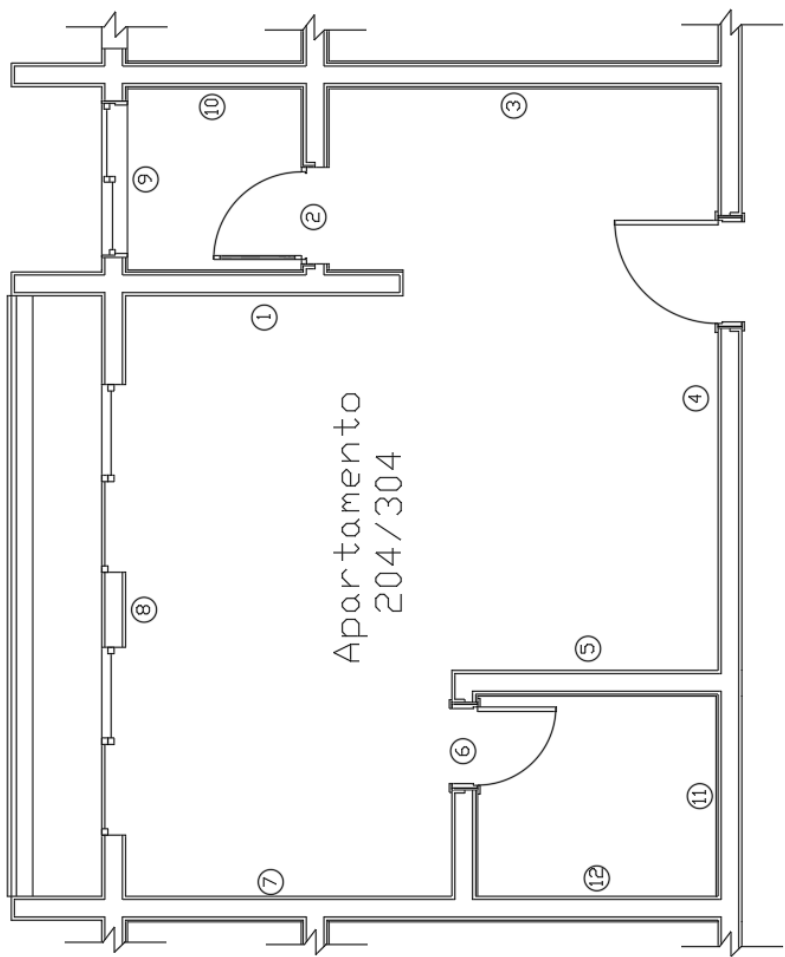


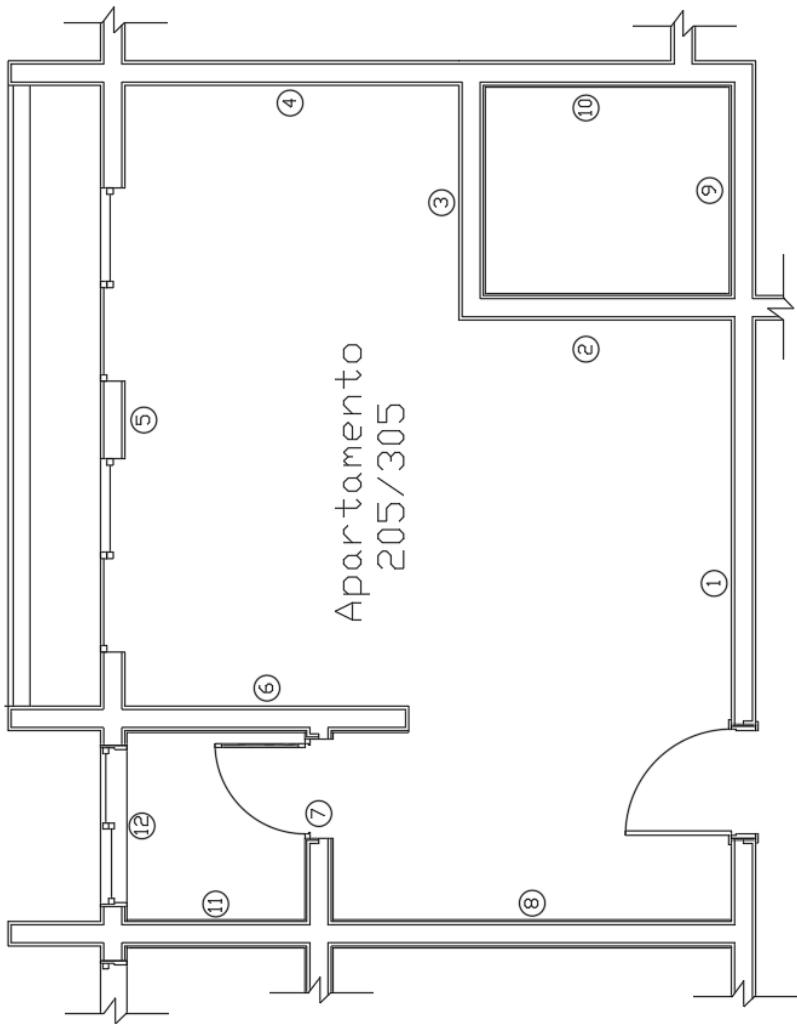


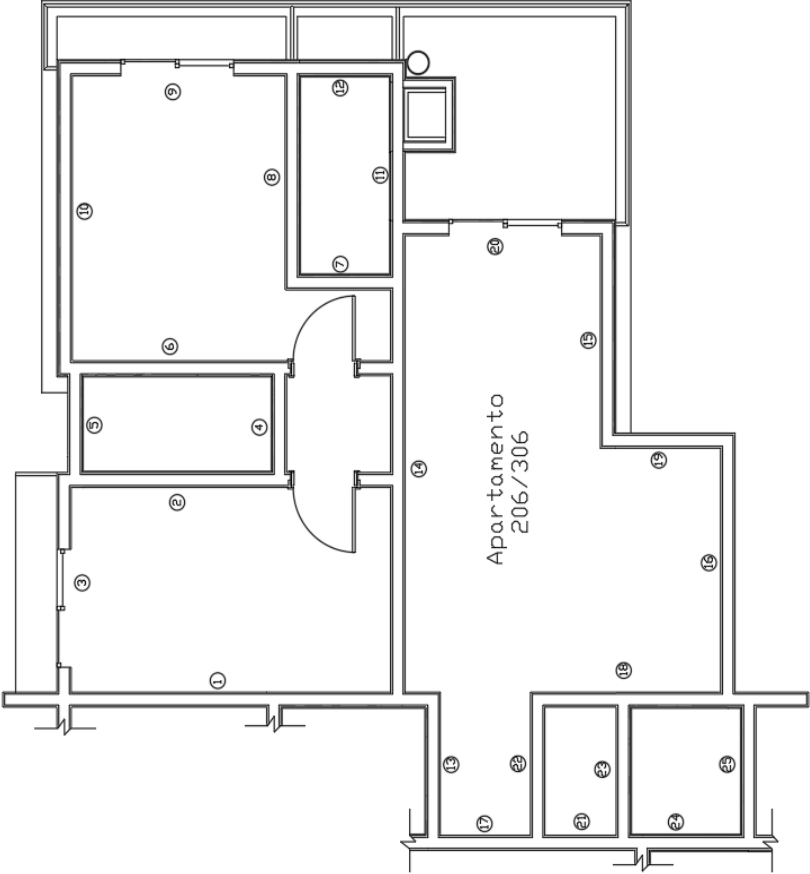
PLANILHA DE MEDIÇÃO-QUALIDADE																								
OBRA: _____																								
RESPONSÁVEL: Eng. Rafael Cunha/Aluno Guilherme Rob _____																								
SERVIÇO: ELEVÇÃO DE ALVENARIA _____																								
LOCAL: 202																								
PAREDE-TAG	NIVEL-INICIO	NIVEL-MEIO	NIVEL-TERMINO	VIGAS	JUNTAS-HORIZONTAIS					JUNTAS-VERTICAIS					ENCINHAMENTO									
1	0 -1 0	- - -	8 10 9	- - -	35 30 7	10 19	15 8 10	10 3	40 37 39															
2	11 13 10	2 9 5	0 5 -8	32 42 46	34 30 15	14 24 45	39 3 5 11	80 70 65																
3	17 19 18	7 7 3	0 0 -3	- - -	35 23 4	10 24 40	35 6 7 11	30 19 20																
4	10 10 8	9 4 0	0 -1 -1	9 -10 -8	30 33 14	5 21 35	39 45 1 23	38 17 15																
5	2 2 1	1 2 -	0 -1 1	0 5 6	25 23 38	17 19 41	22 3 38 3	30 18 30																
6	0 -5 -3	- - -	0 2 2	- - -	22 25 27	29 20 30	15 10 9 4	22 20 23																
7	0 -2 0	1 -4 -2	-1 -2 -6	- - -	26 30 25	20 23 30	14 10 5 4	31 20 27																
8	0 -4 -2	0 -2 -4	2 -2 -	- - -	30 35 20	21 18 30	28 50 10 4	30 22 18																
9	0 -5 -5	-5 -7 -11	-5 -8 -	- - -	25 30 27	19 20 8	14 15 7 14	25 30 34																
10	0 5 3	-8 2 -1	-3 -2 -3	- - -	24 30 20	17 20 50	15 3 11 56	32 21 26																
11	0 9 6	-5 0 2	-2 -5 -3	- - -	35 30 17	24 26 35	50 5 1 3	25 29 27																
12	0 3 -1	-3 -5 -3	-4 -1 -2	5 -13 -22	35 40 20	15 23 35	15 43 10 3	50 32 40																
13	0 0 1	0 0 -5	0 0 -3	-8 -6 -3	23 30 20	22 24 30	20 10 5 4	33 30 27																
14	0 3 1	-5 3 -1	-3 0 0	49 50 48	25 27 20	20 20 5	34 45 20 4	80 78 76																



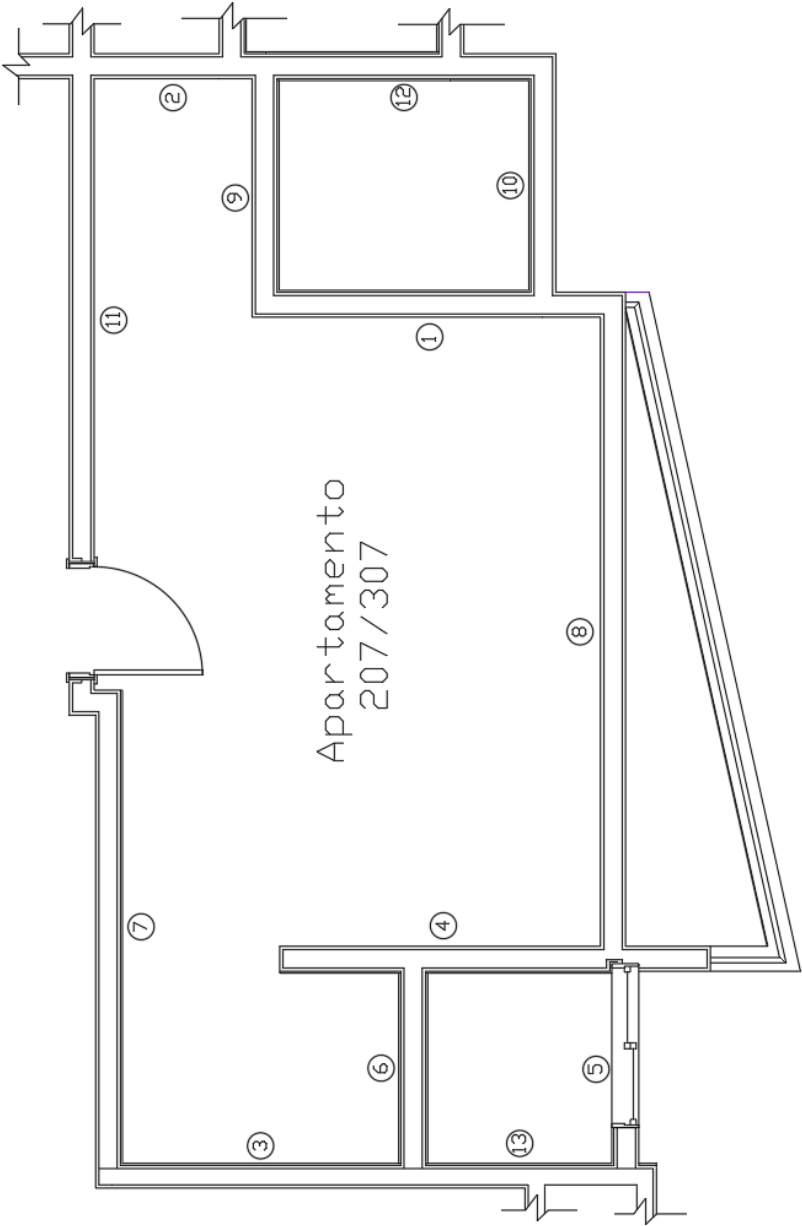




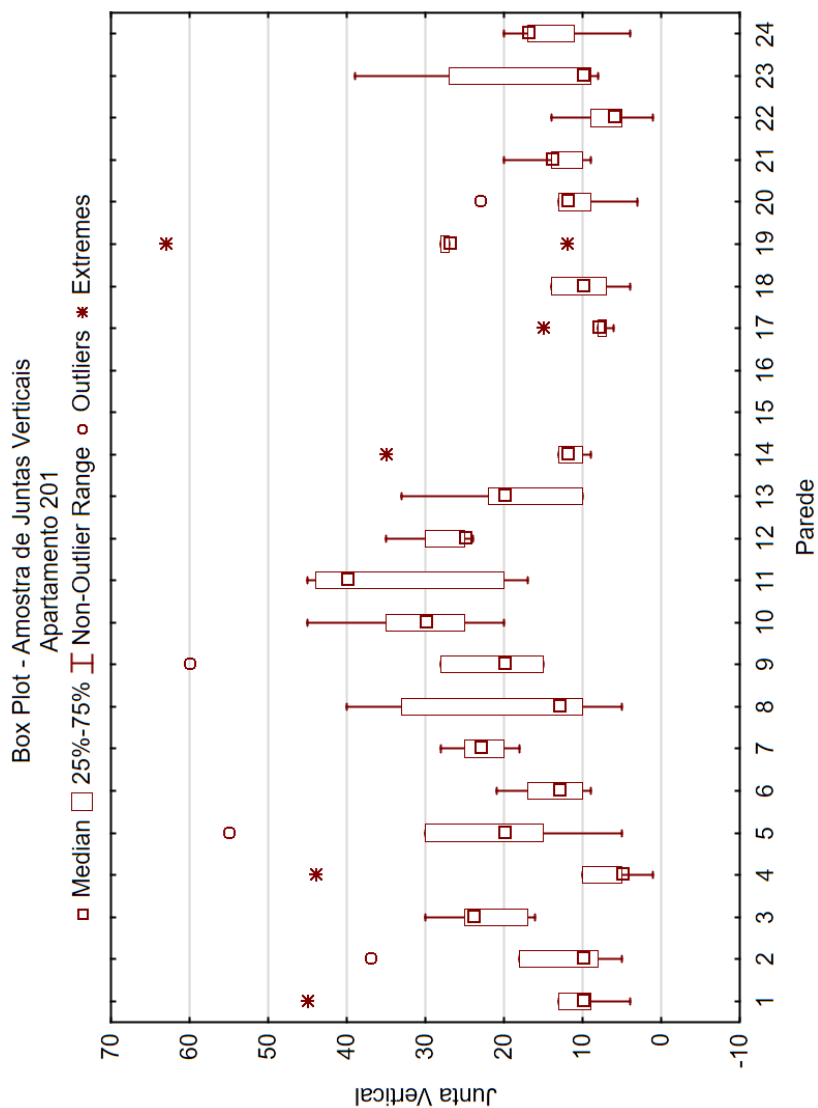


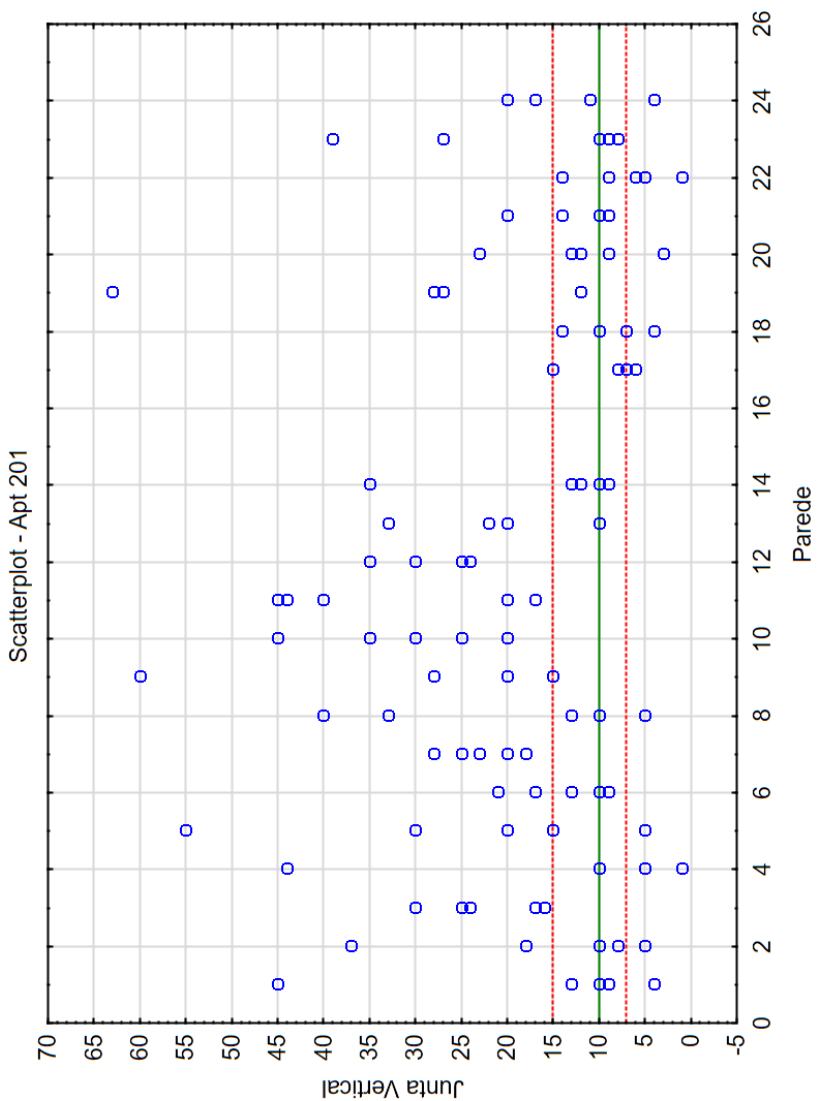


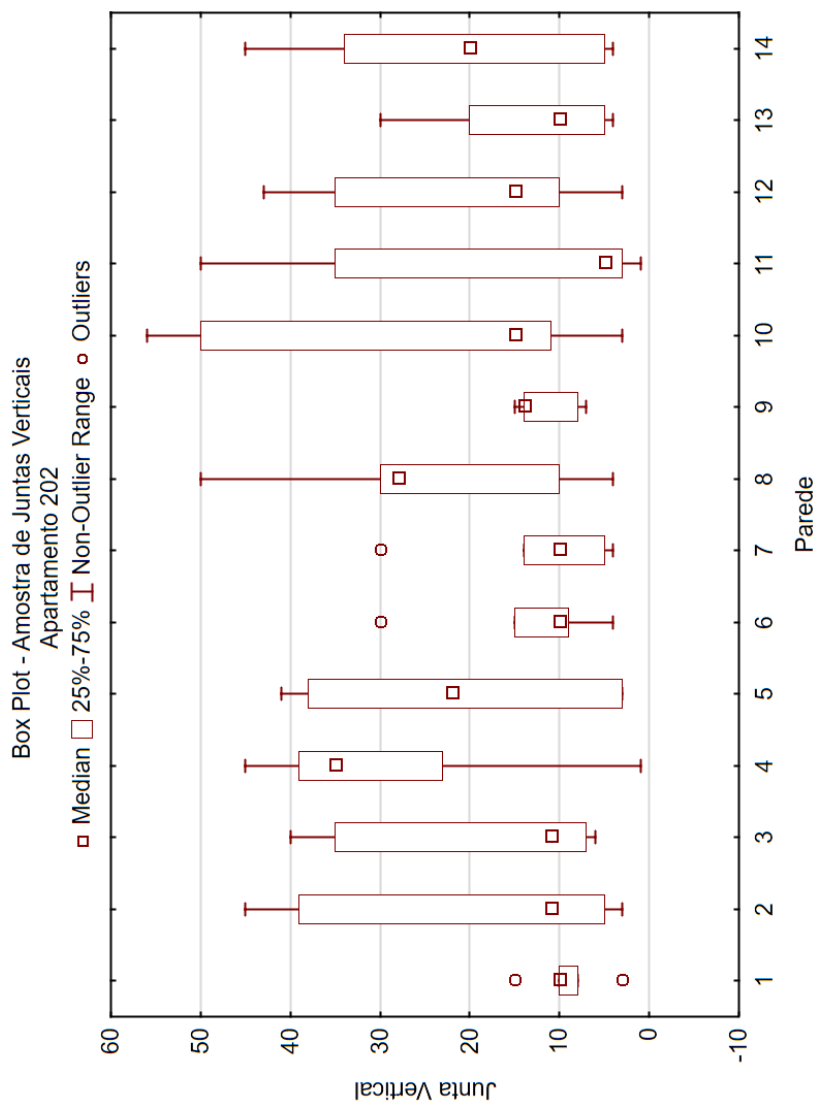
PLANILHA DE MEDIÇÃO-QUALIDADE																		
OBRA: RESPONSÁVEL: Eng. Rafael Cunha/Aluno Guilherme Rob																		
SERVIÇO: ELEVÇÃO DE ALVENARIA																		
LOCAL: 306																		
PAREDE/ETAG	NIVEL-INICIO	NIVEL-MEIO	NIVEL-TERMINO	VIGAS	JUNTAS-HORIZONTAIS				JUNTAS-VERTICAIS				ENCUNHAMENTO					
1					25	35	27	35	20	4	15	7	1	2	14	19	27	17
2					22	22	21	20	22	10	10	55	3	15	25	20	17	10
3					28	19	31	17	23	19	33	34	35	25	34			94
4					20	27	20	22	20	11	21	36	35	8	36	40	51	
5					20	24	19	24	21	14	17	10	6	16	35	29	29	30
6					21	24	16	20	16	11	10	13	5	7	26	42	30	5
7					32	24	24	21	25	6	2	2	7	2	25	38	42	
8					22	21	27	25	19	1	1	5	14	34	55	28	24	
9					15	27	25	21	18	23	23	5	1	30	27	32	32	
10					23	20	26	26	20	20	10	9	7	9	16	20	11	
11					32	31	30	15	19	28	28	20	1	9	48	49	50	
12					20	28	45	25	20	35	12	3	19	15	32			
13					26	33	28	32	30	15	25	10	12	10	16	9	10	
14					27	22	24	31	31	8	20	16	9	30	18	22	50	
15					20	22	21	22	29	24	12	7	12	1	44	35	35	
16					28	18	27	23	26	16	21	10	12	7	27	19	19	
17					23	29	26	25	35	30	30	26	25	1	19	20	20	
18					26	32	28	22	30	12	1	23	11	22	18	17	20	
19					20	25	29	27	26	5	10	10	18	4	42	35	30	
20					35	15	34	28	35	32	35	8	25	34	37	13	54	
21					20	23	24	20	26	25	25	10	27	30	24	25	21	
22					24	23	18	10	20	10	14	13	20	20	40	34	47	
23					23	24	22	25	15	25	22	36	11	20	30	29	30	
24					26	26	21	21	22	22	32	24	15	2	26	25	19	
25					26	30	33	25	35	41	1	6	10	8	33	17	17	
ANOTAÇÕES																		

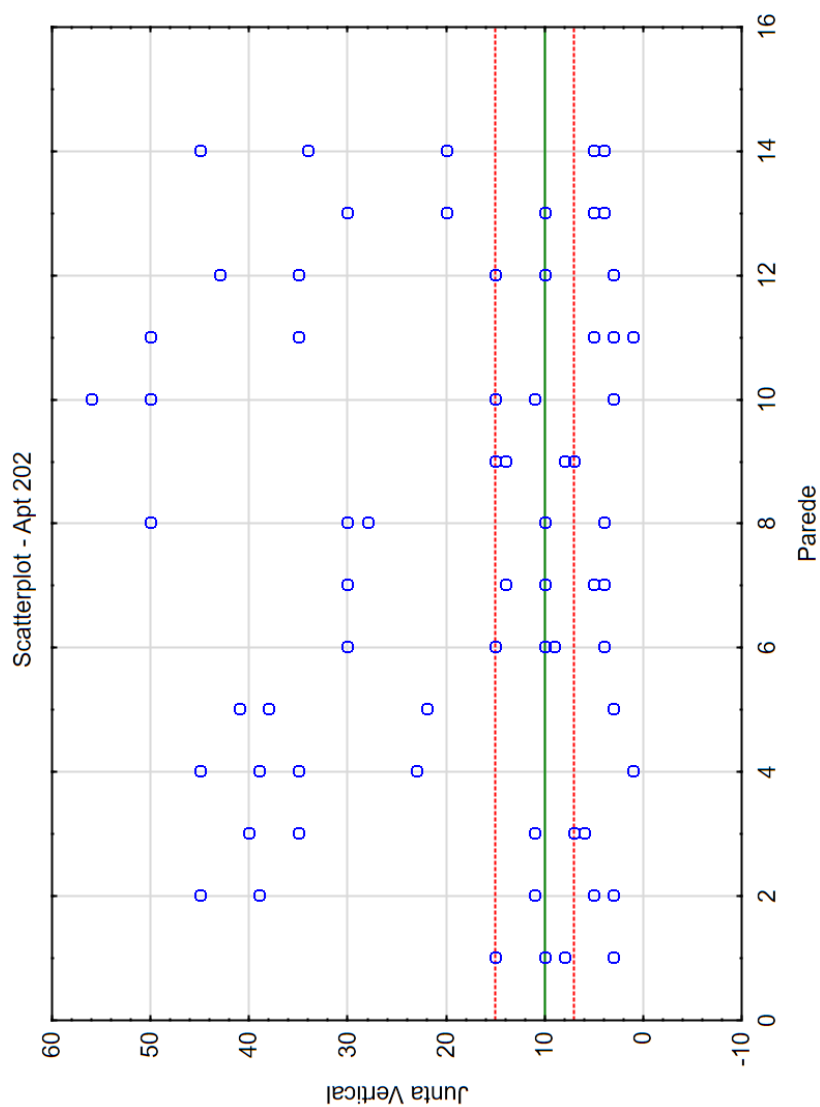


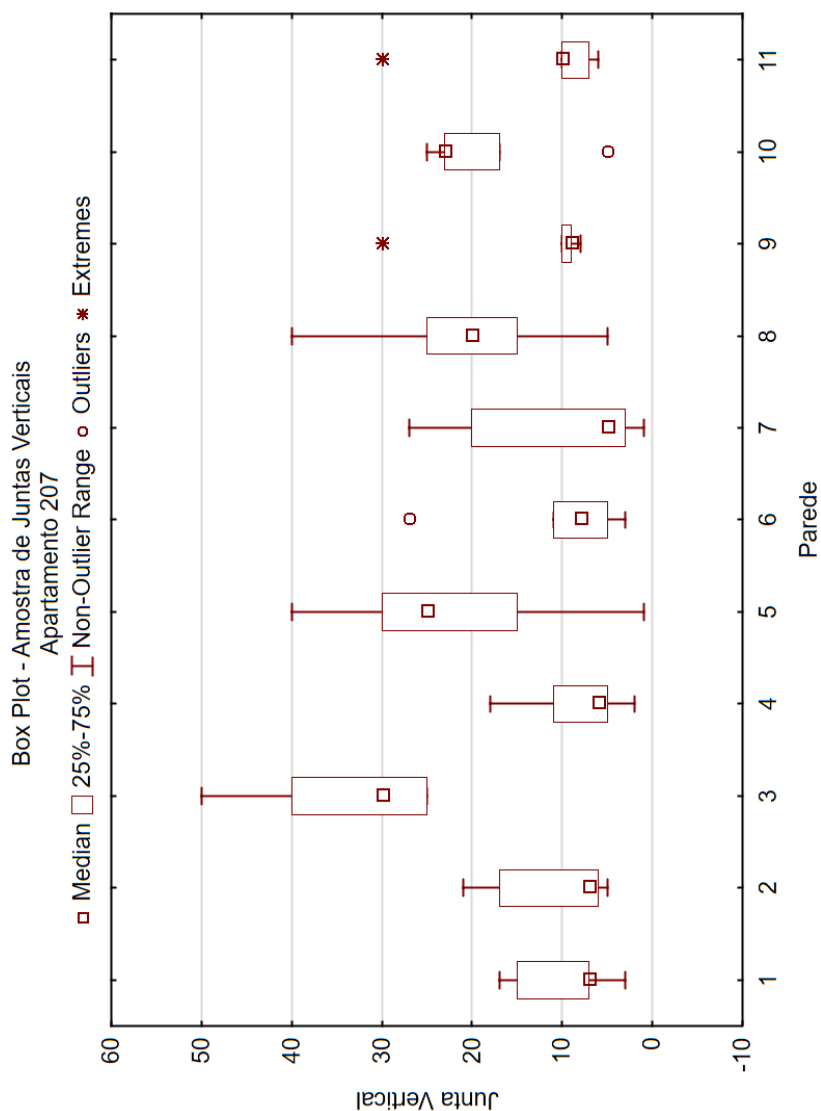
APÊNDICE B – Gráficos de caixa e dispersão referente a juntas verticais

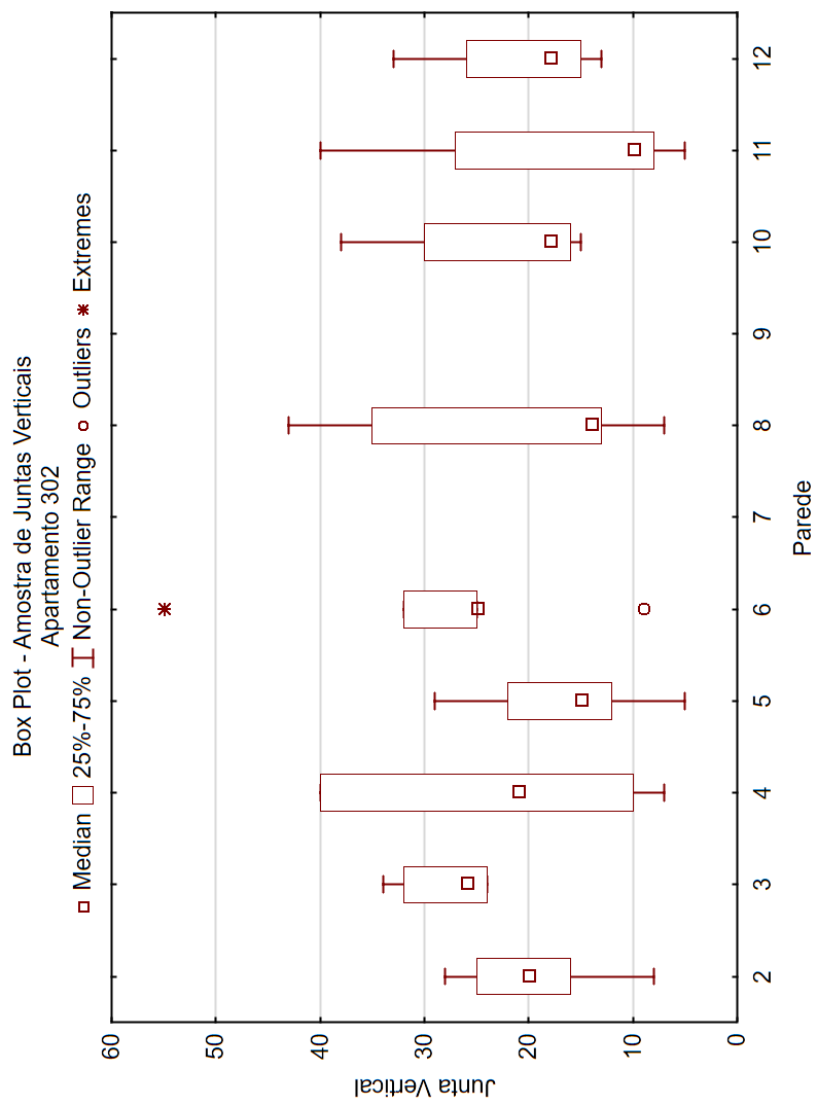


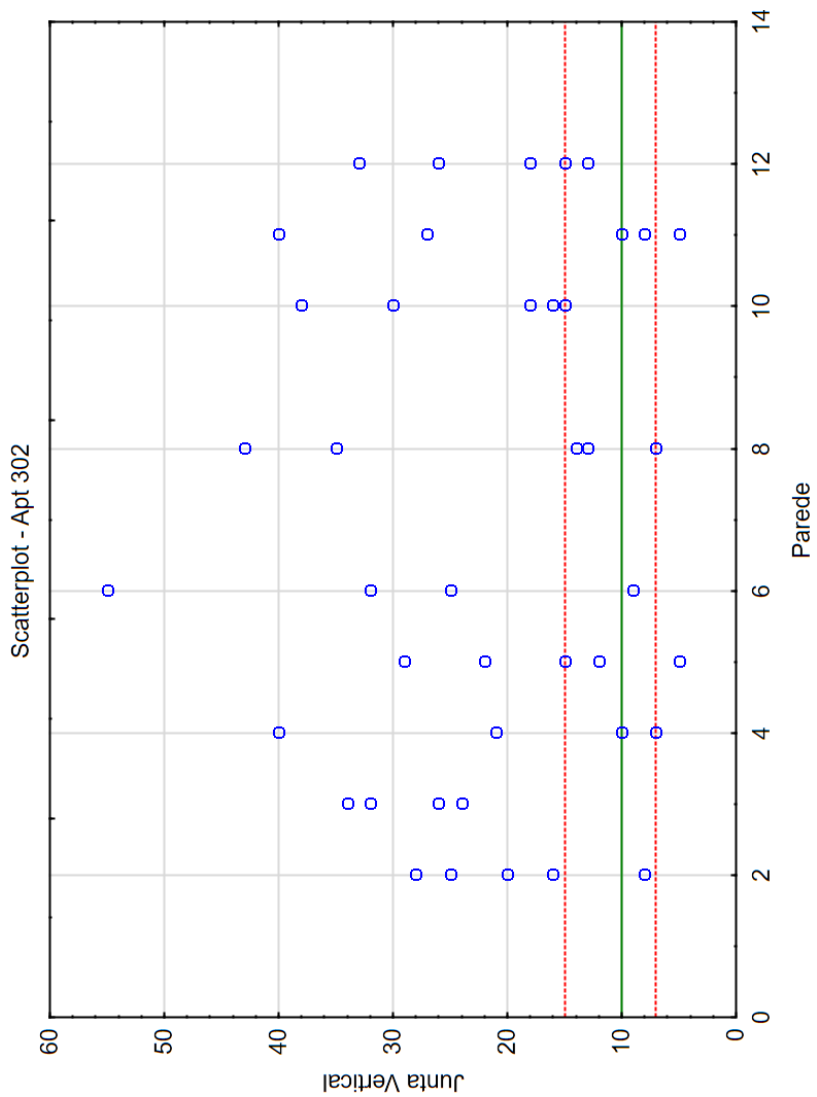


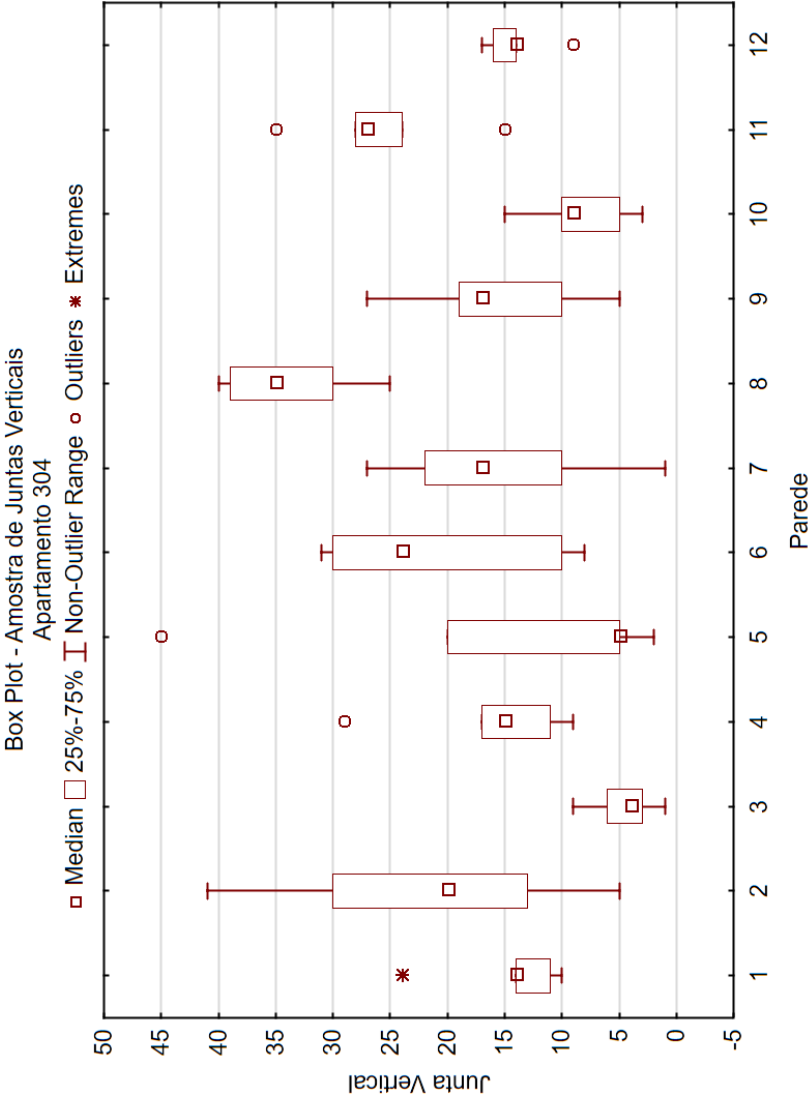


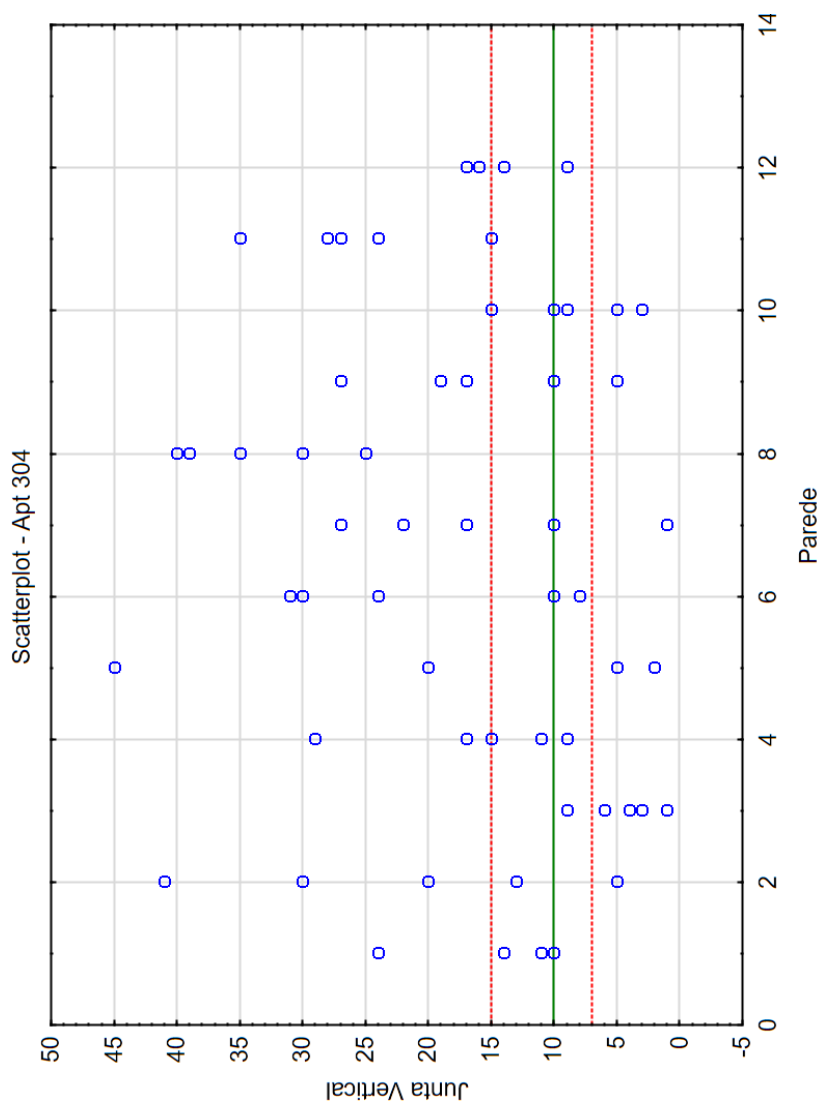


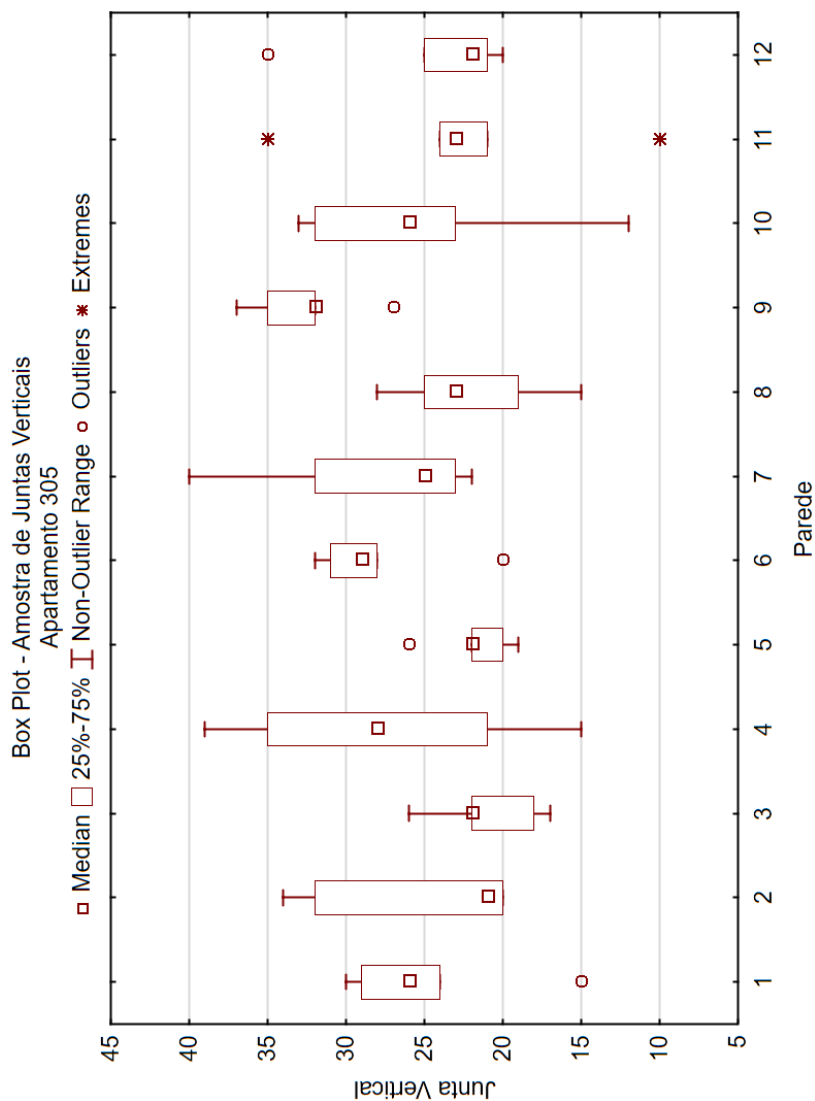


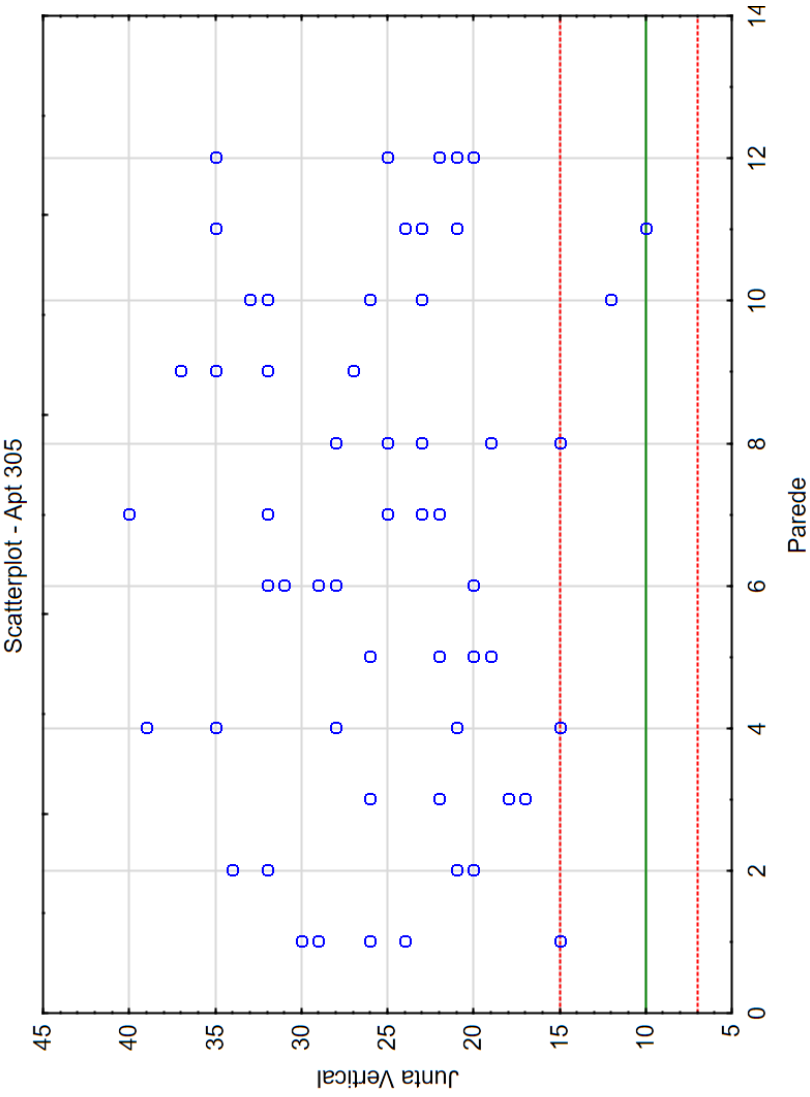


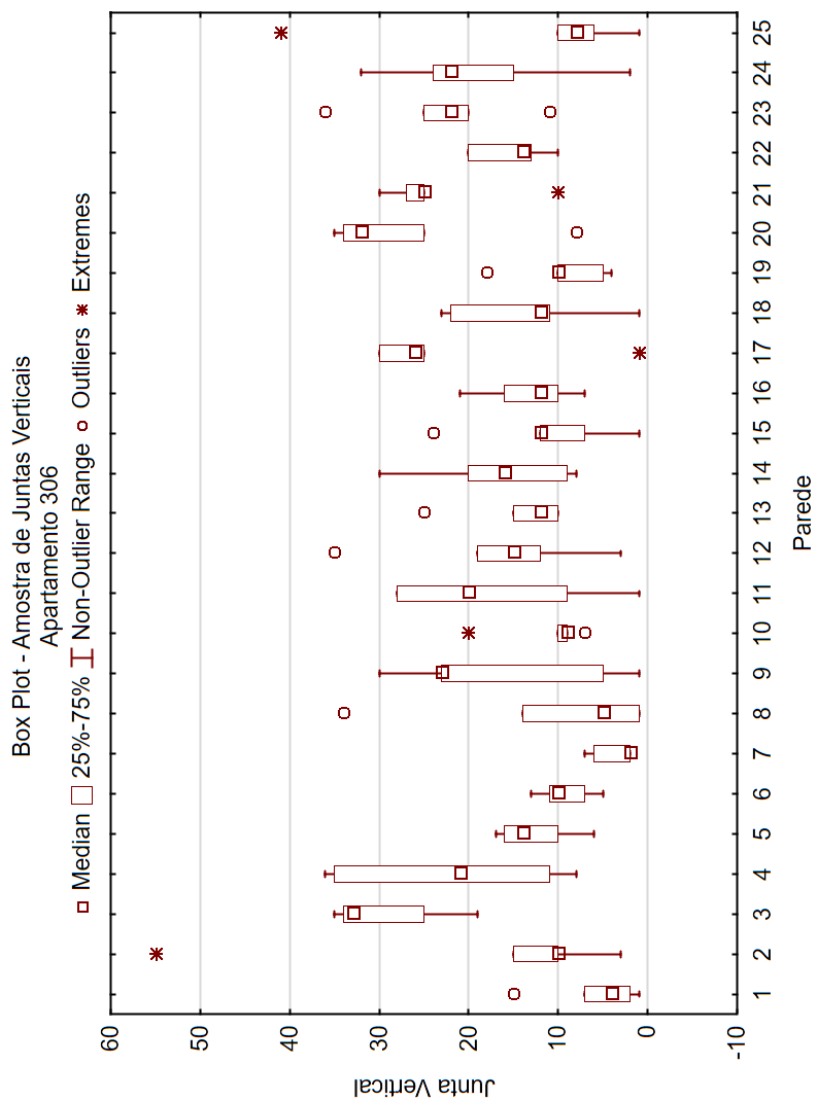


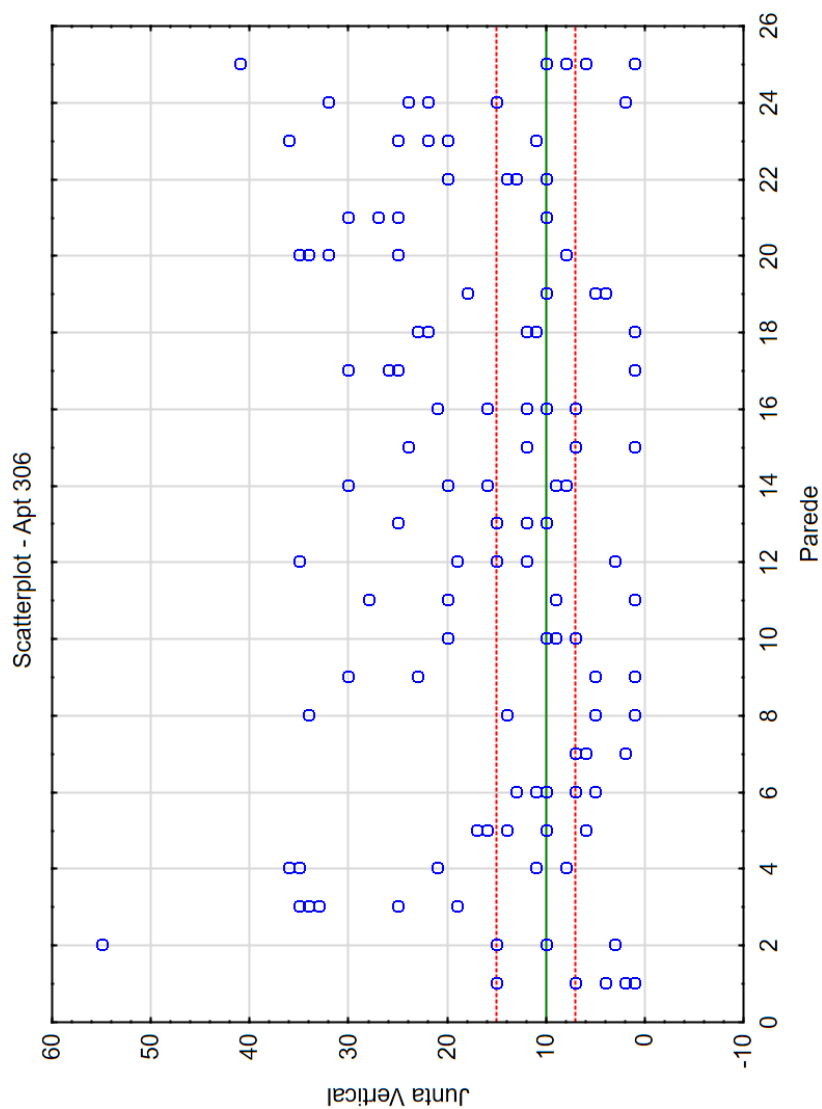


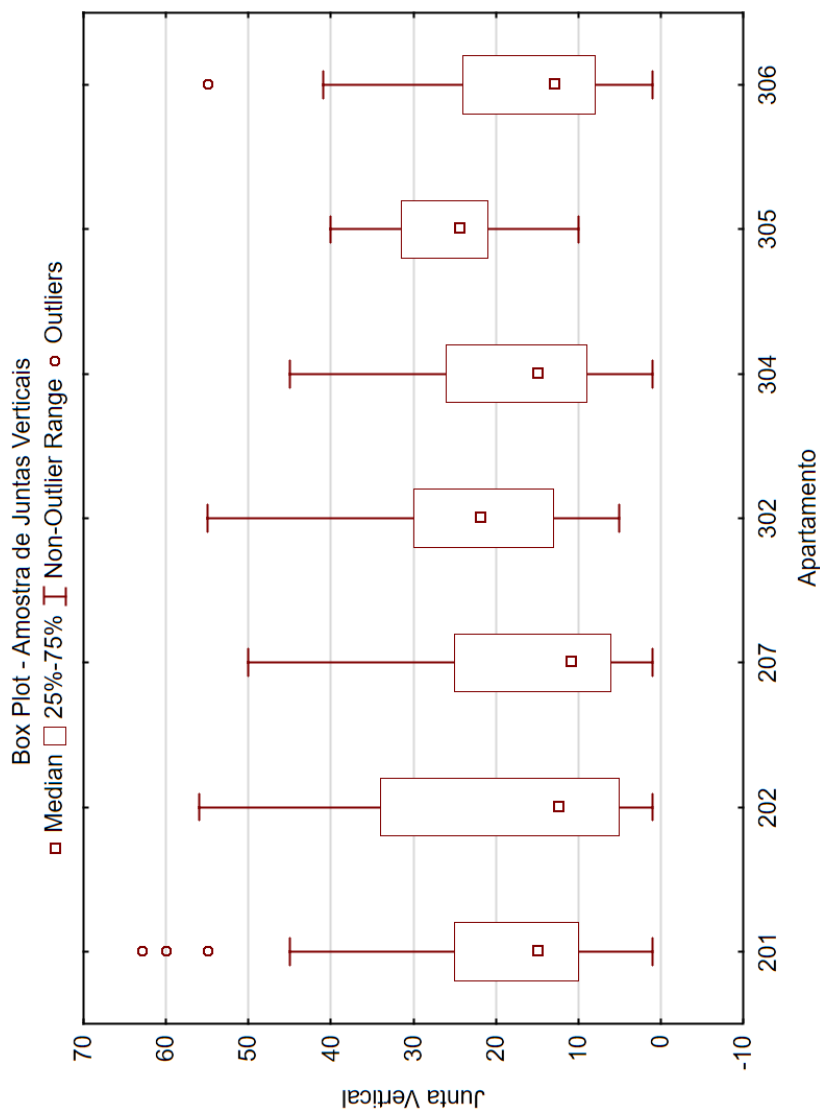




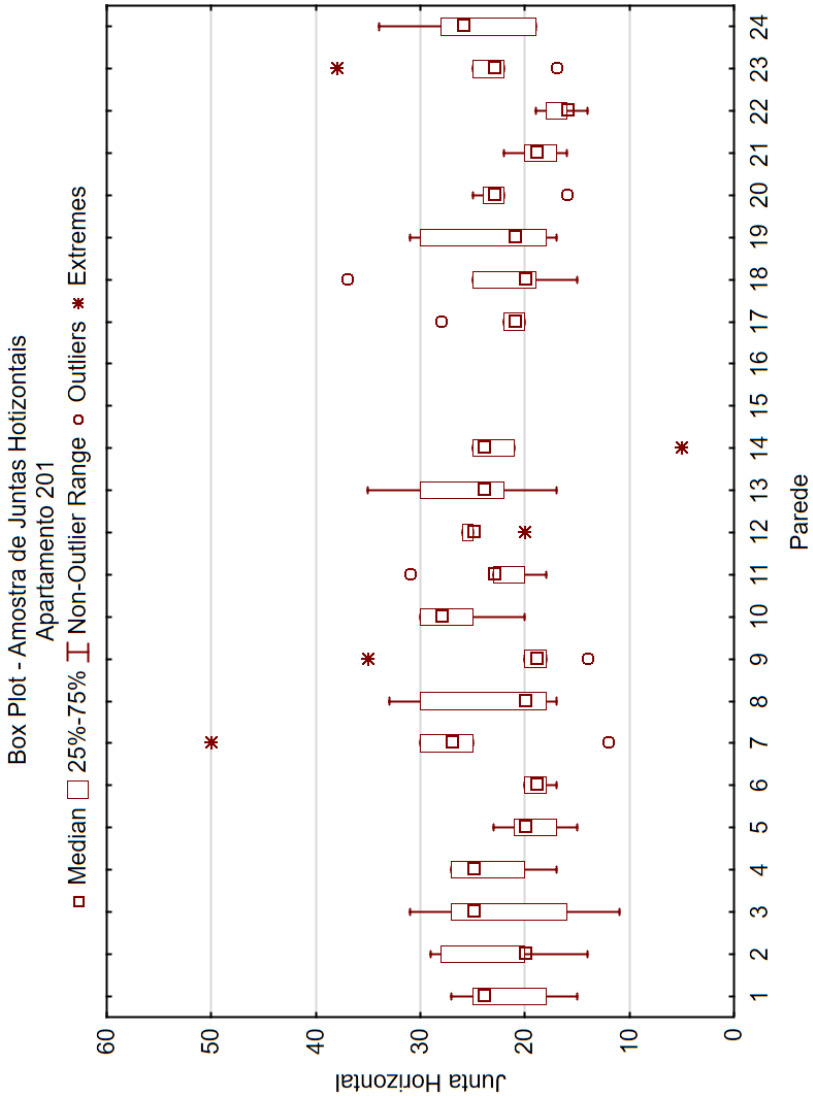


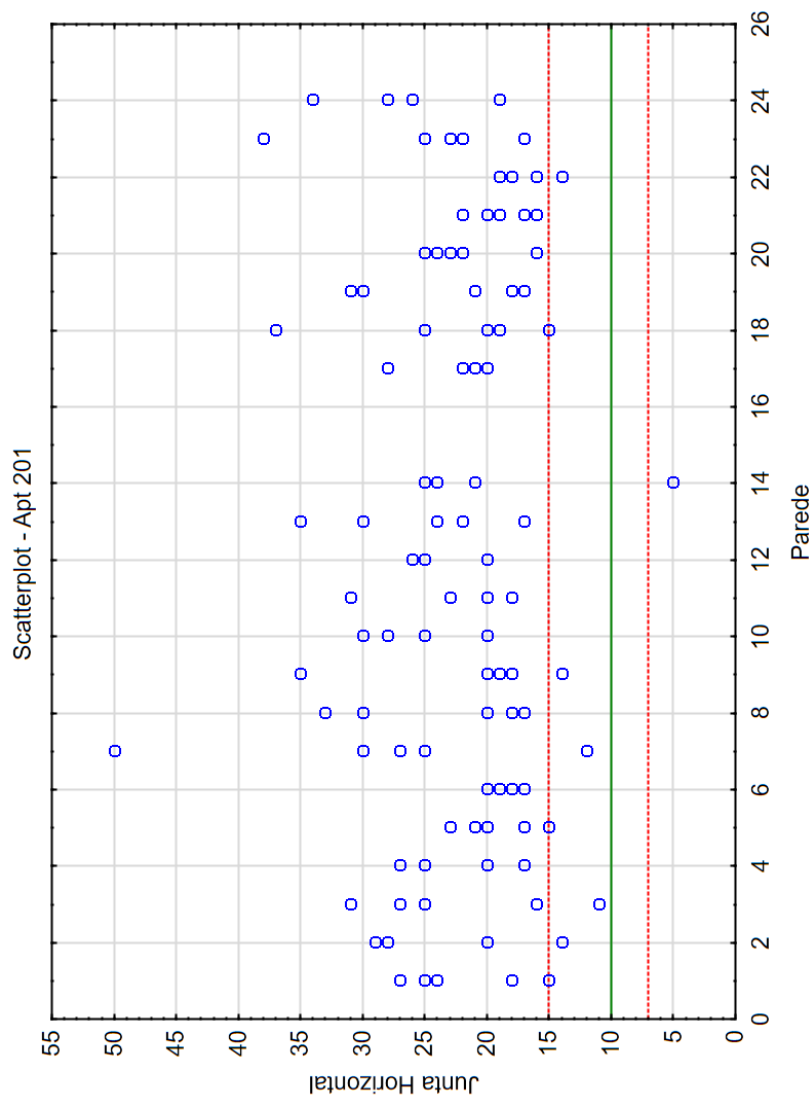




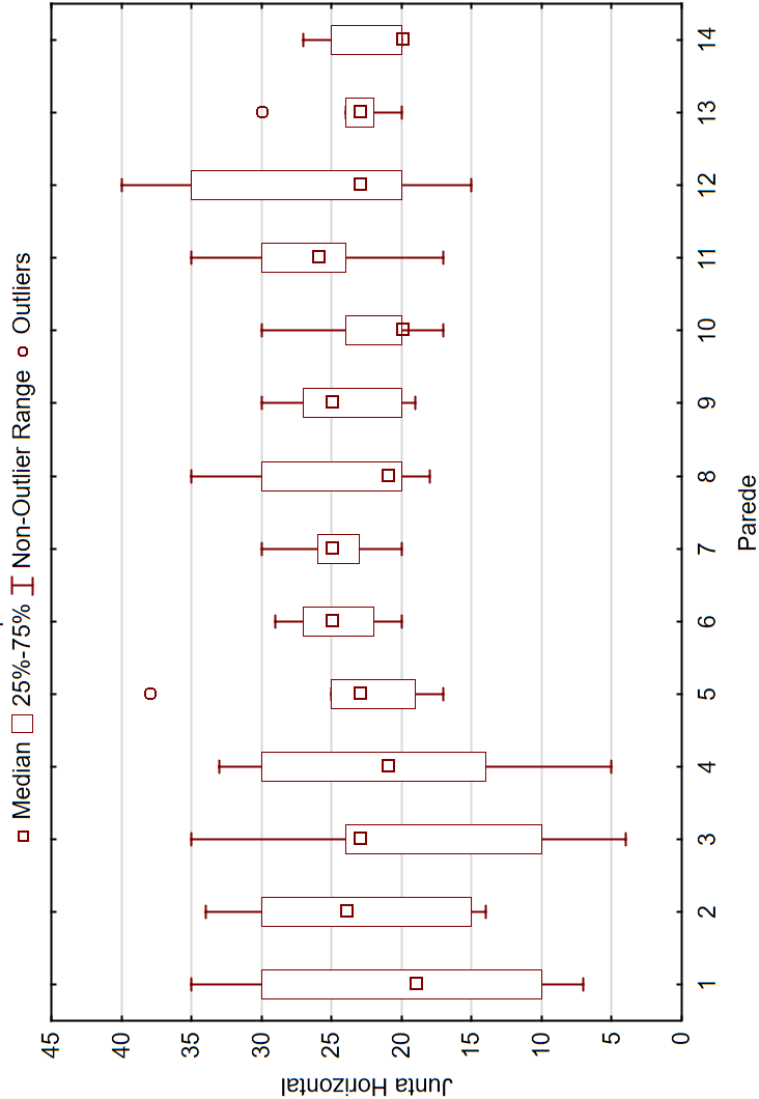


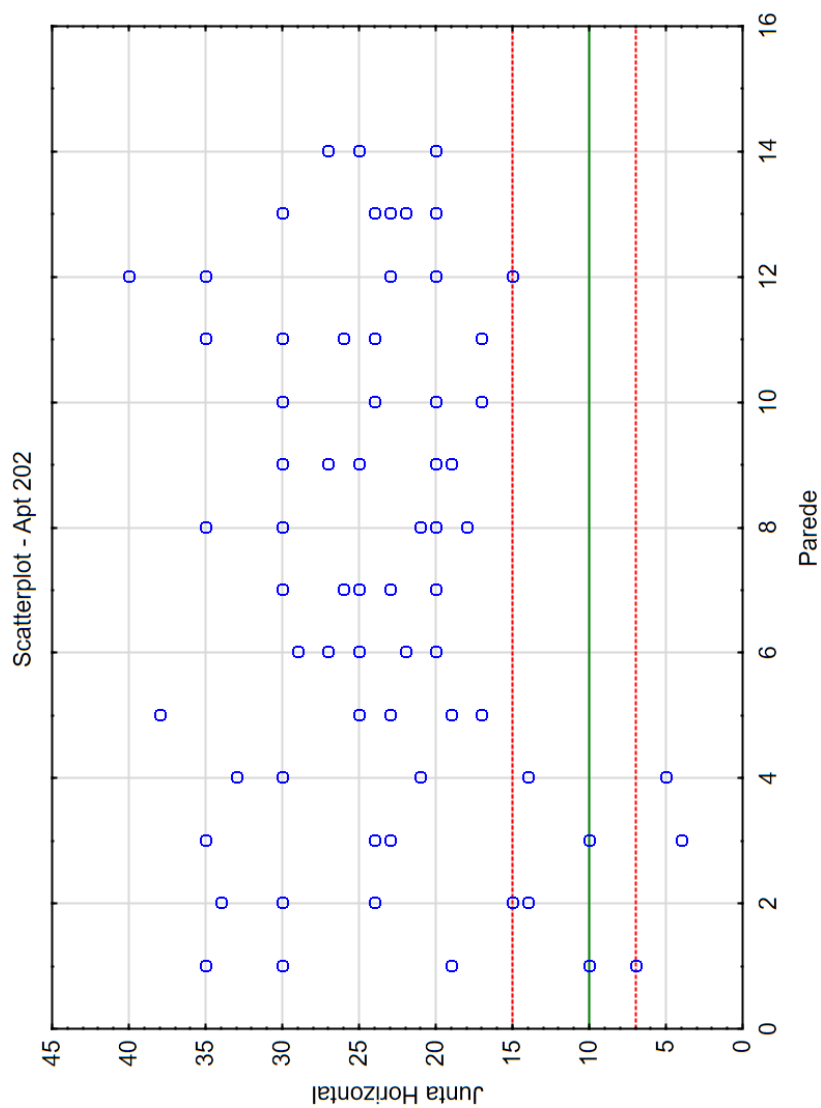
APÊNDICE C – Gráficos de caixa e dispersão referente a juntas horizontais

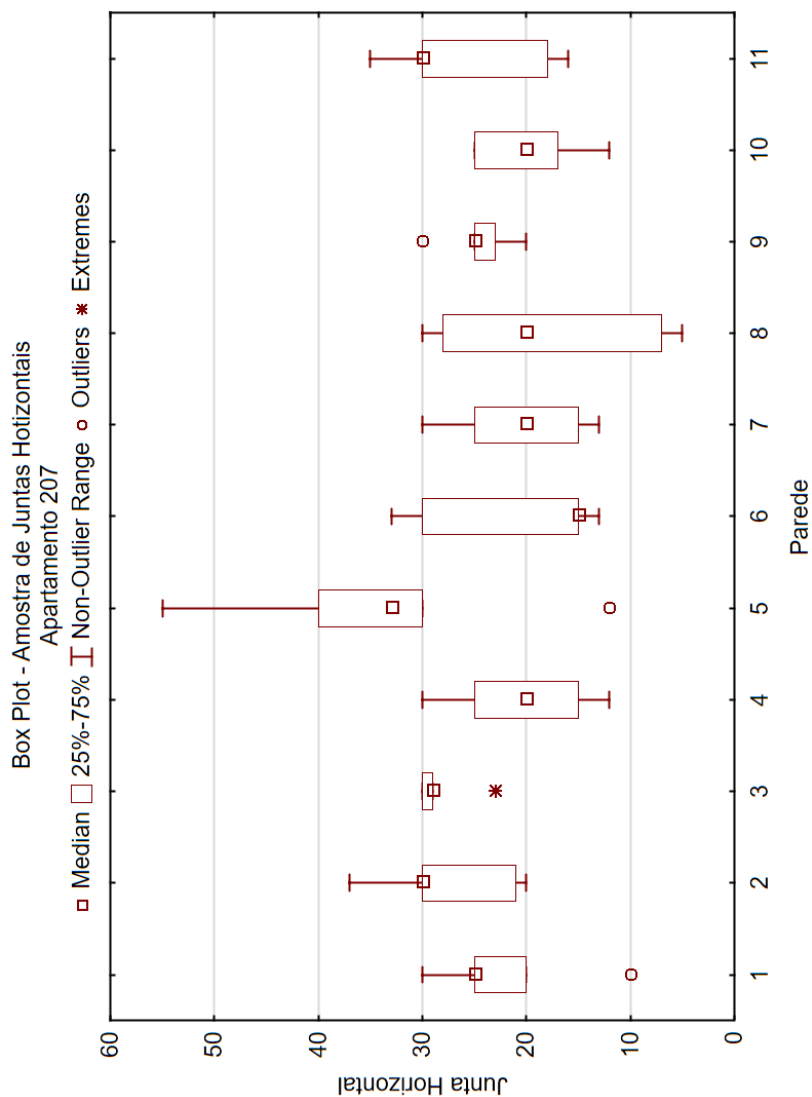


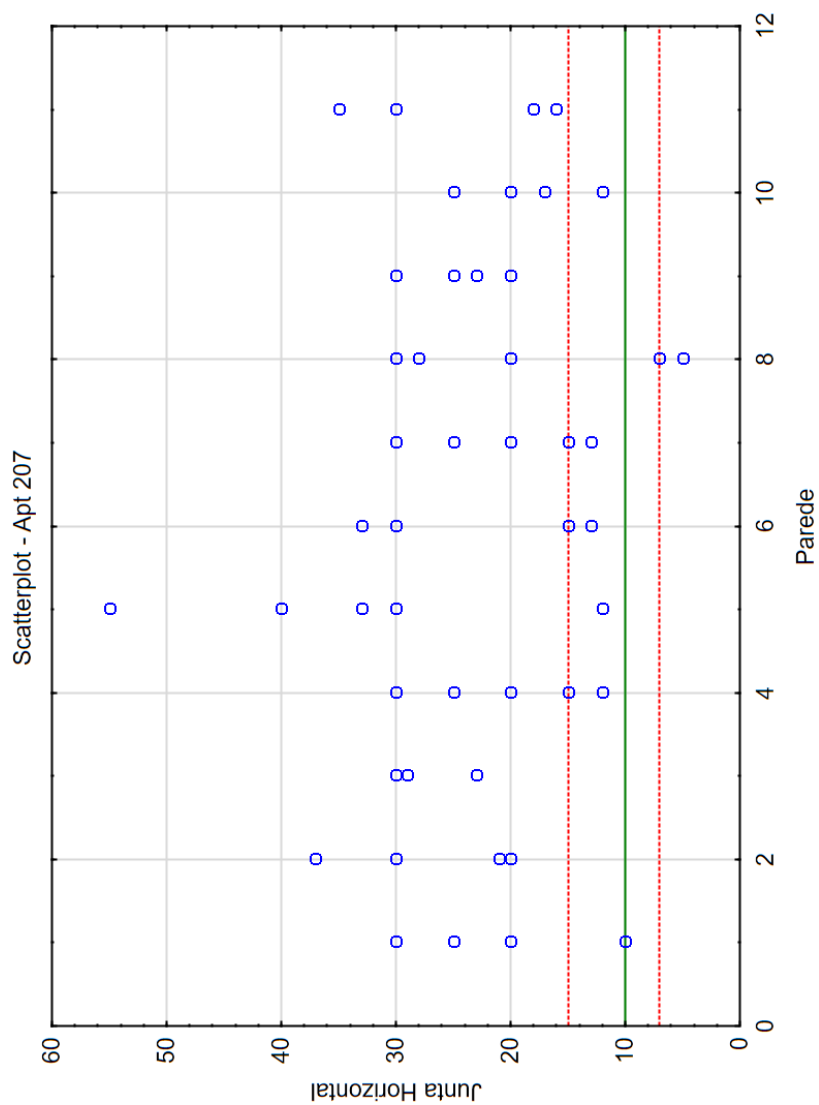


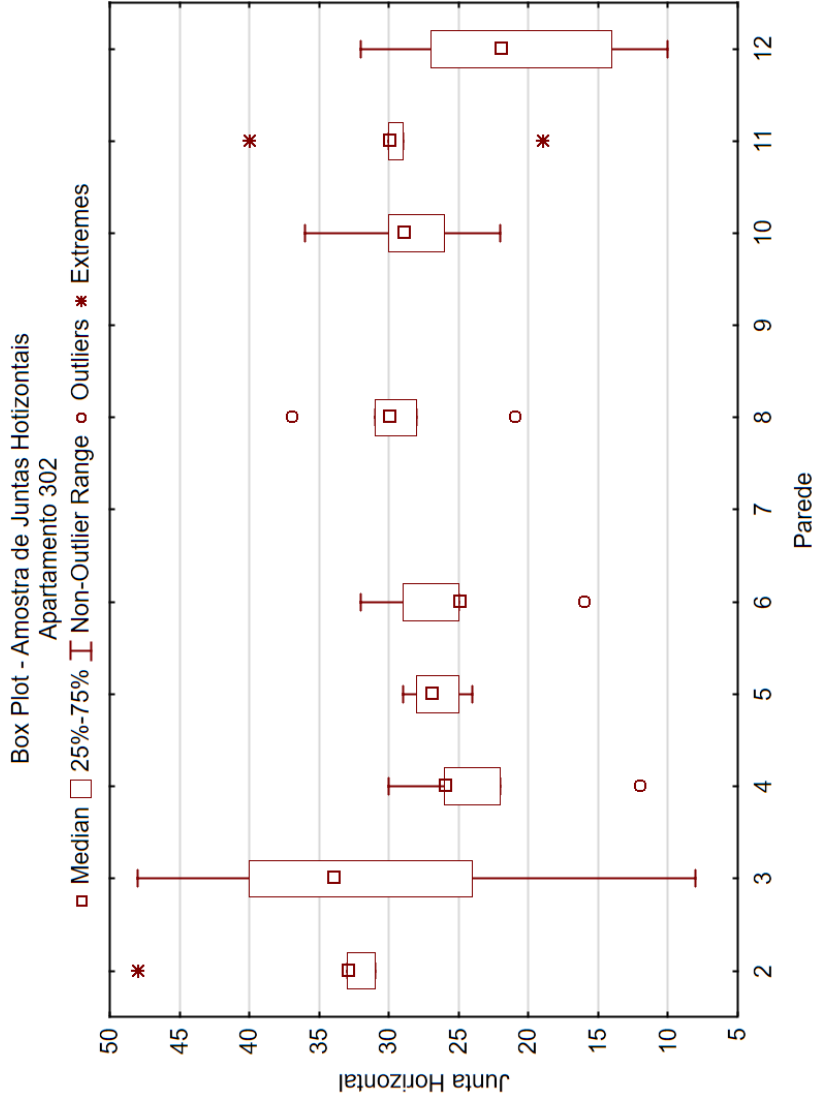
Box Plot - Amostra de Juntas Horizontais
Apartamento 202

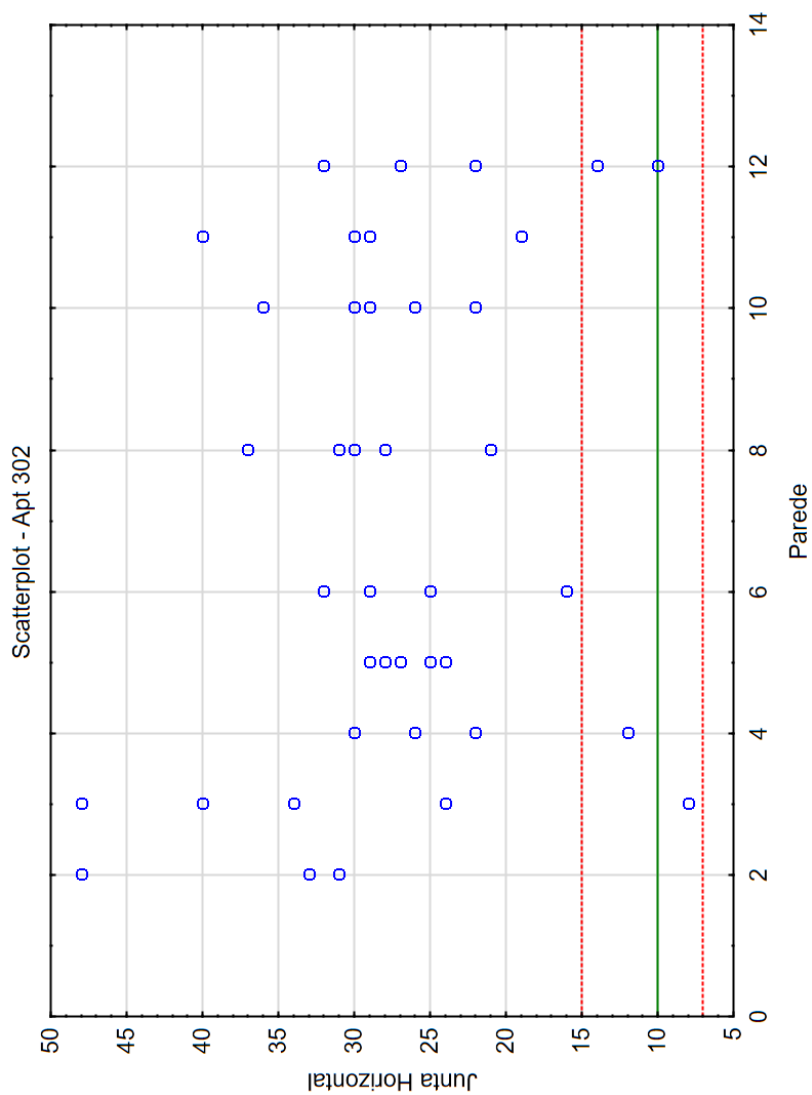


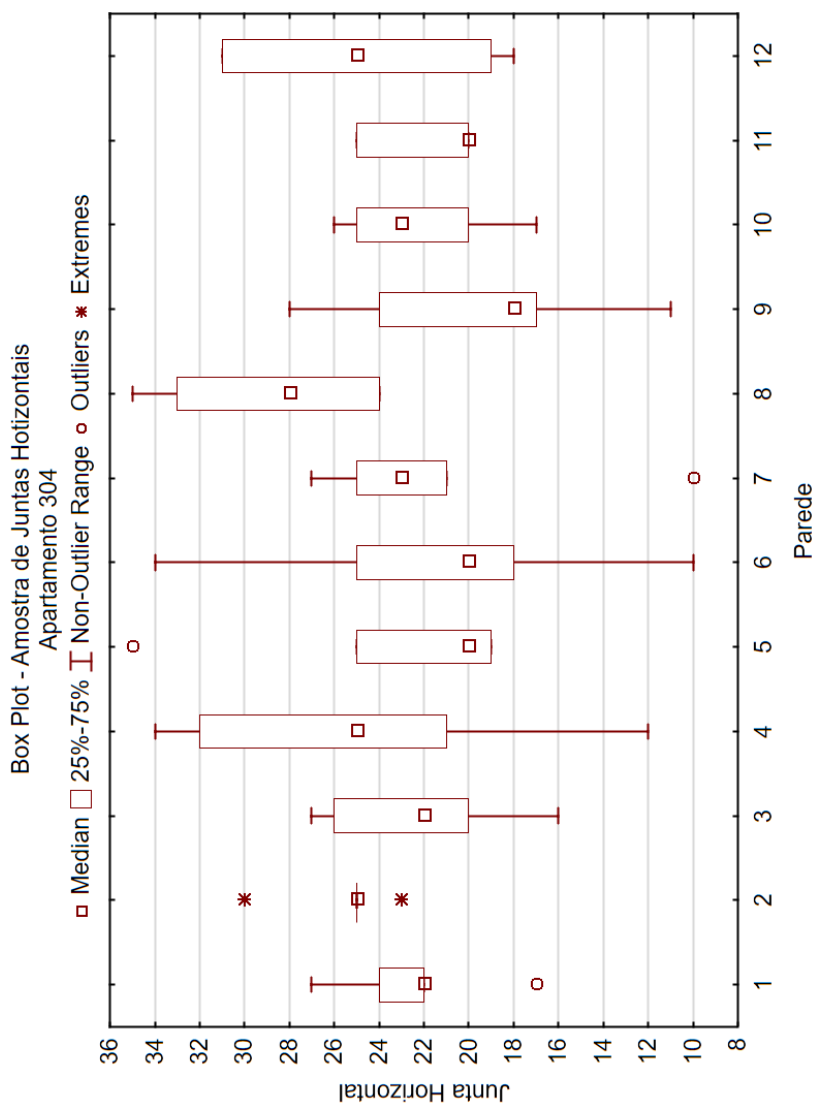


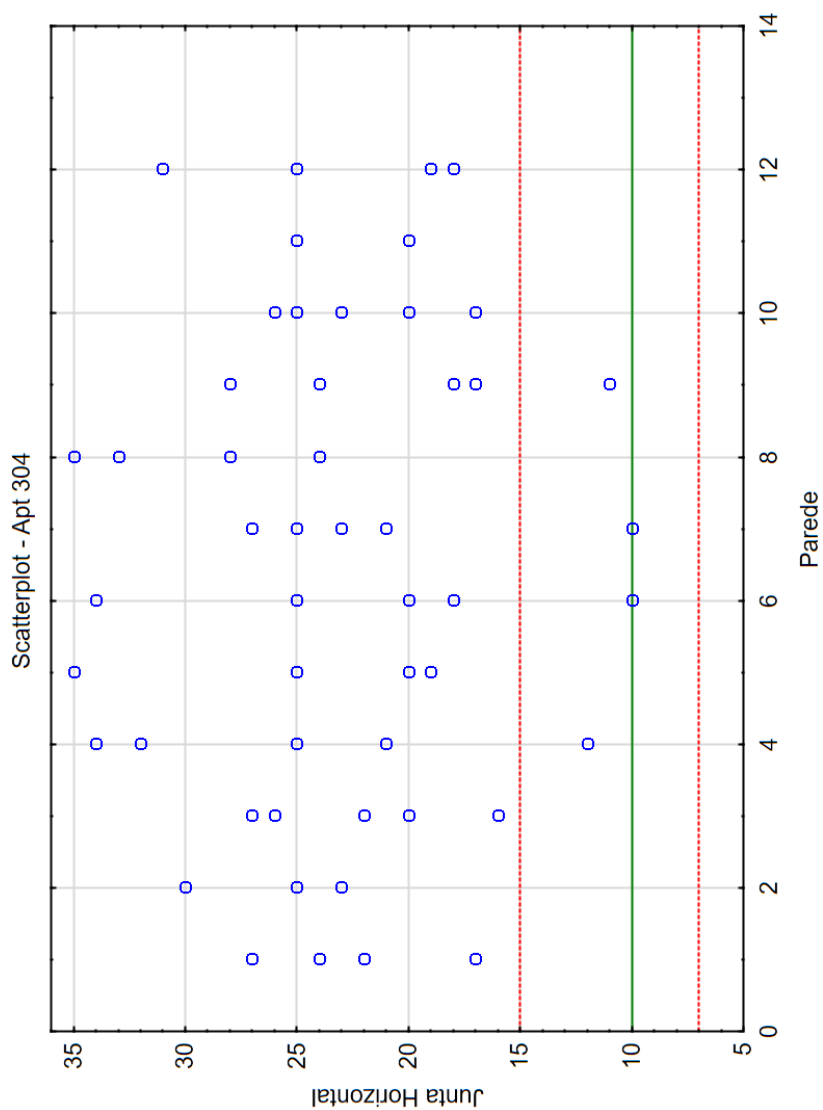




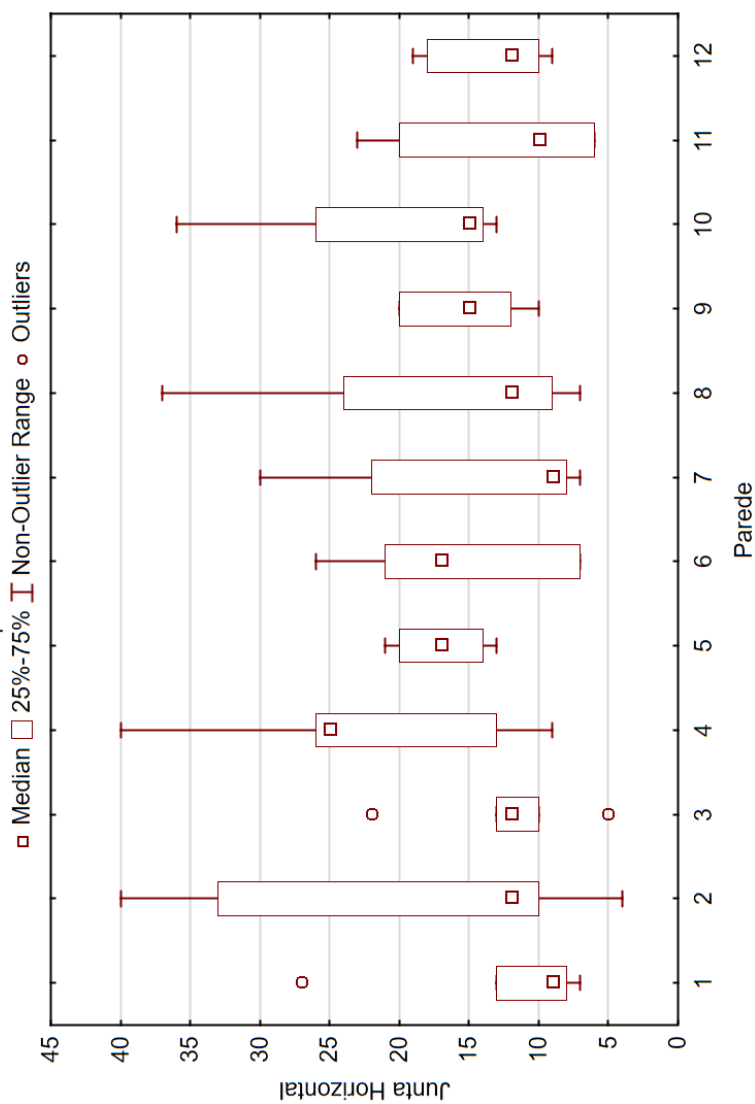






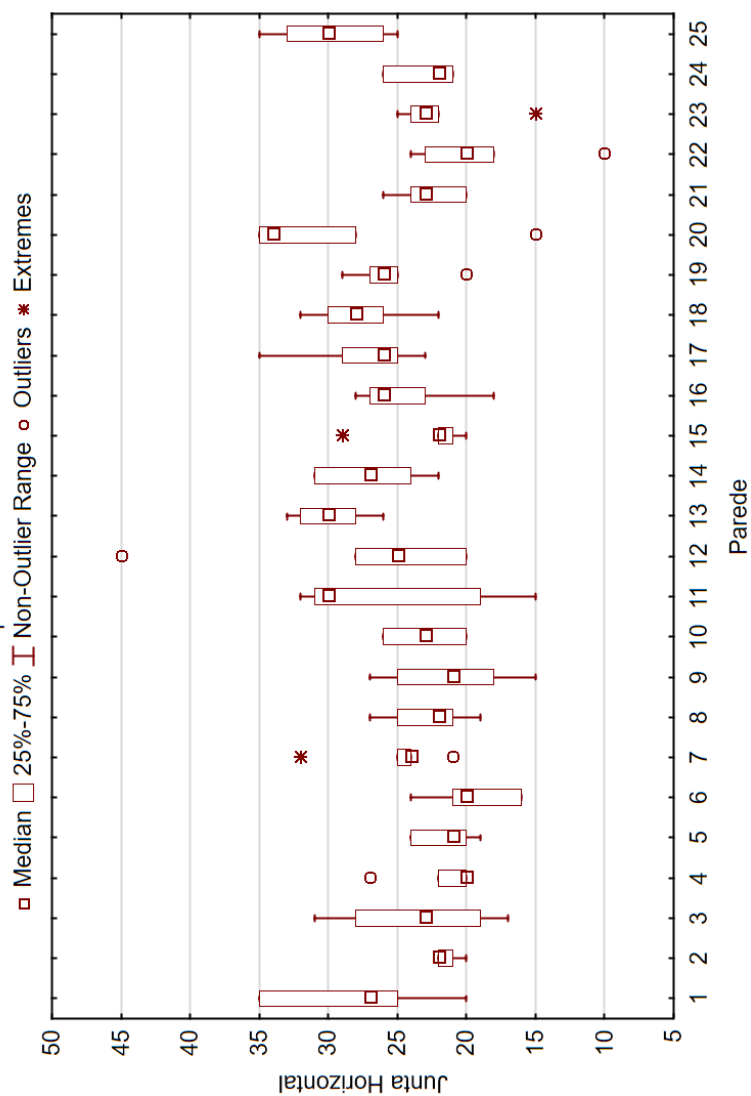


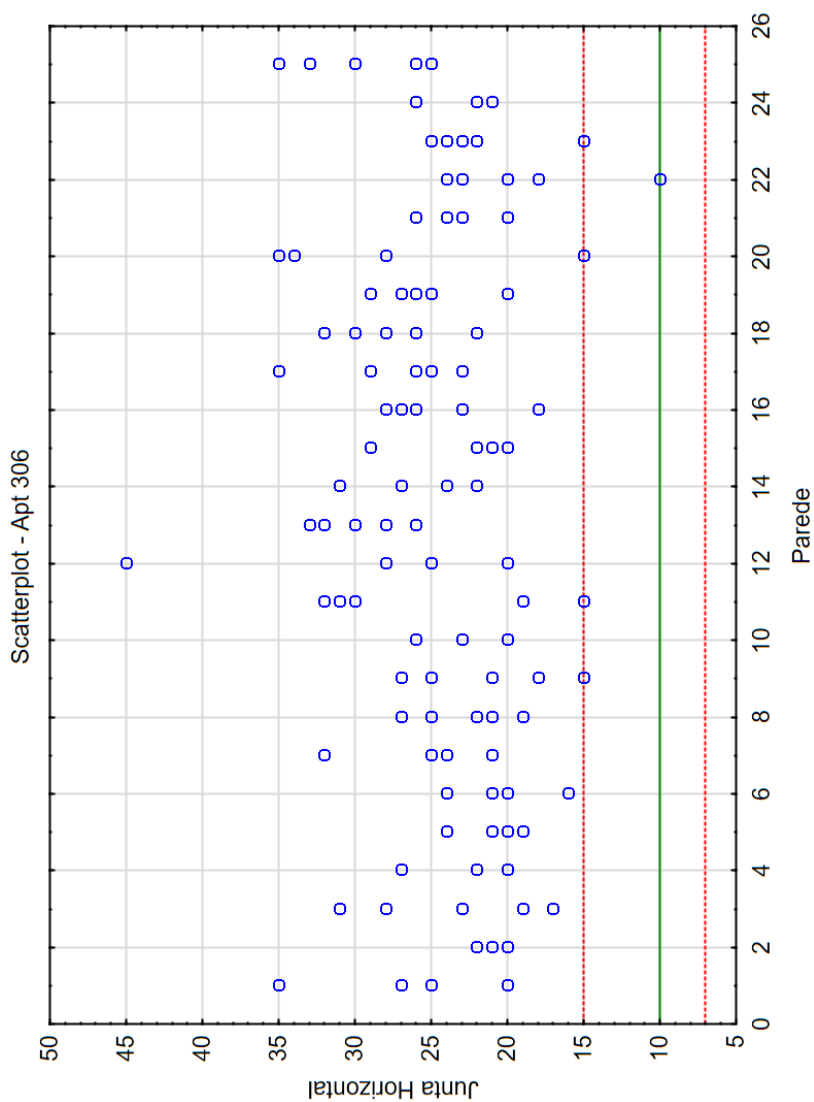
Box Plot - Amostra de Juntas Horizontais
Apartamento 305

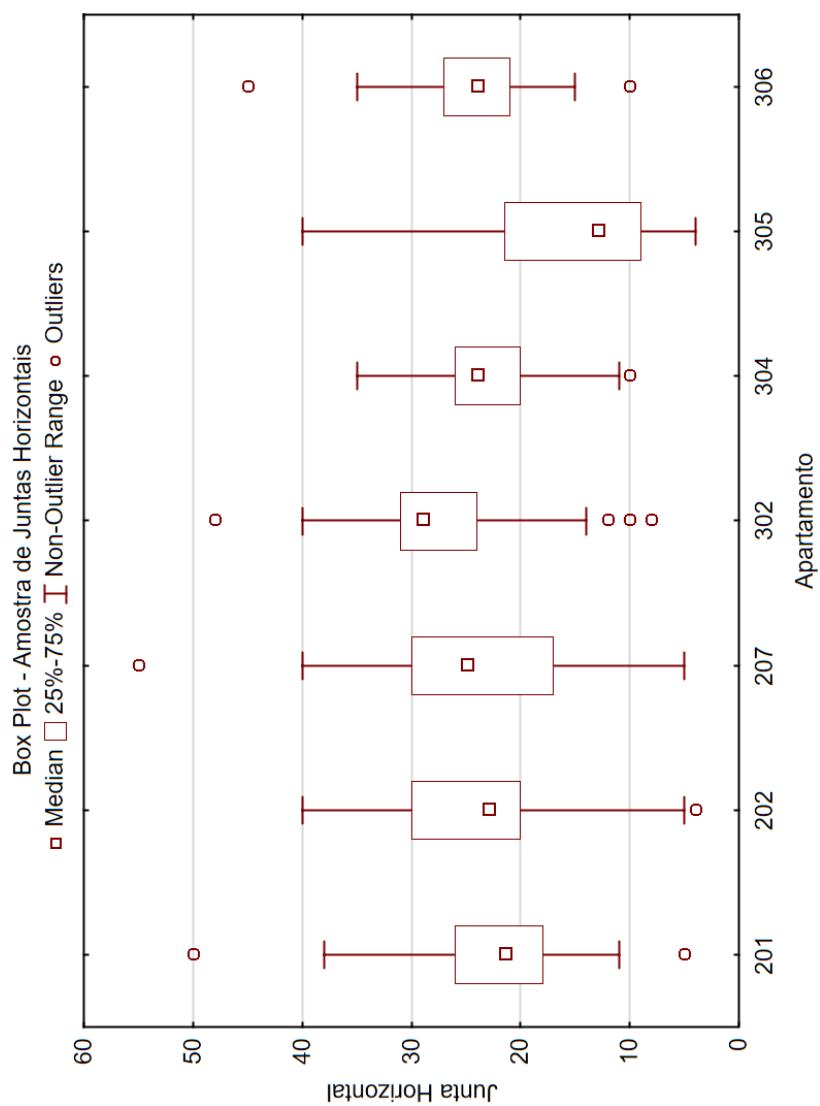


Box Plot - Amostra de Juntas Horizontais

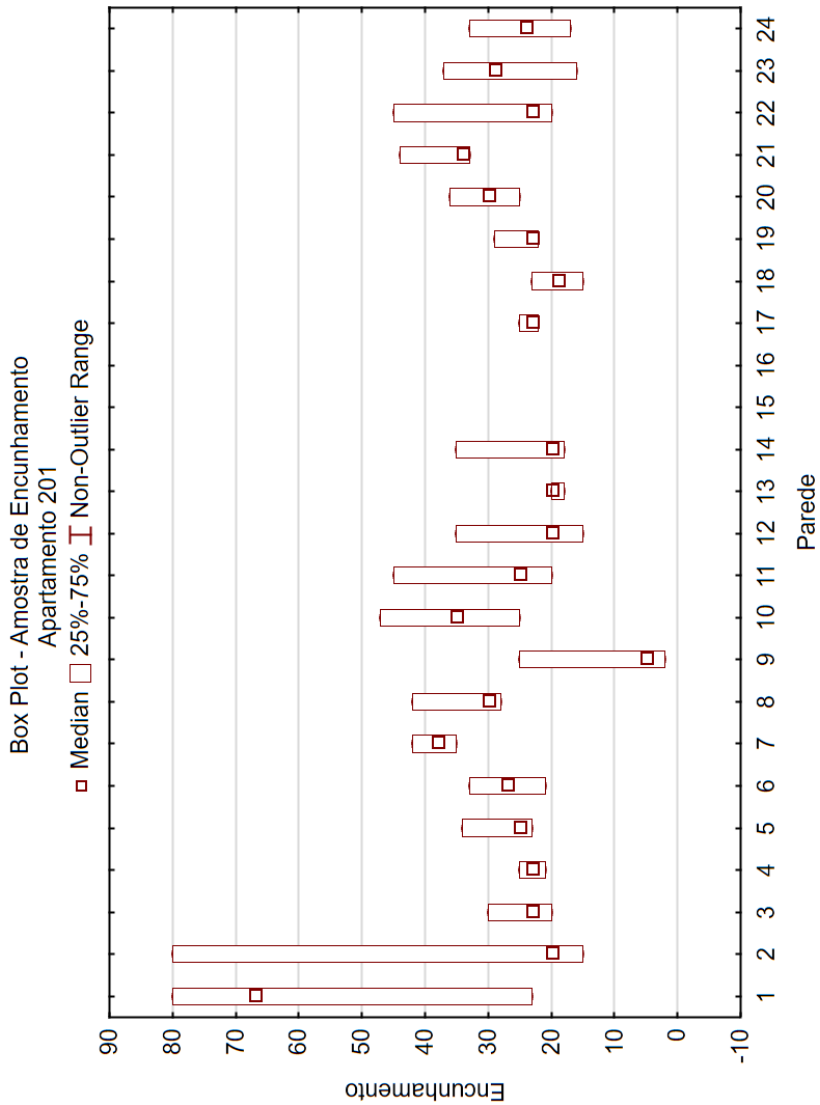
Apartamento 306

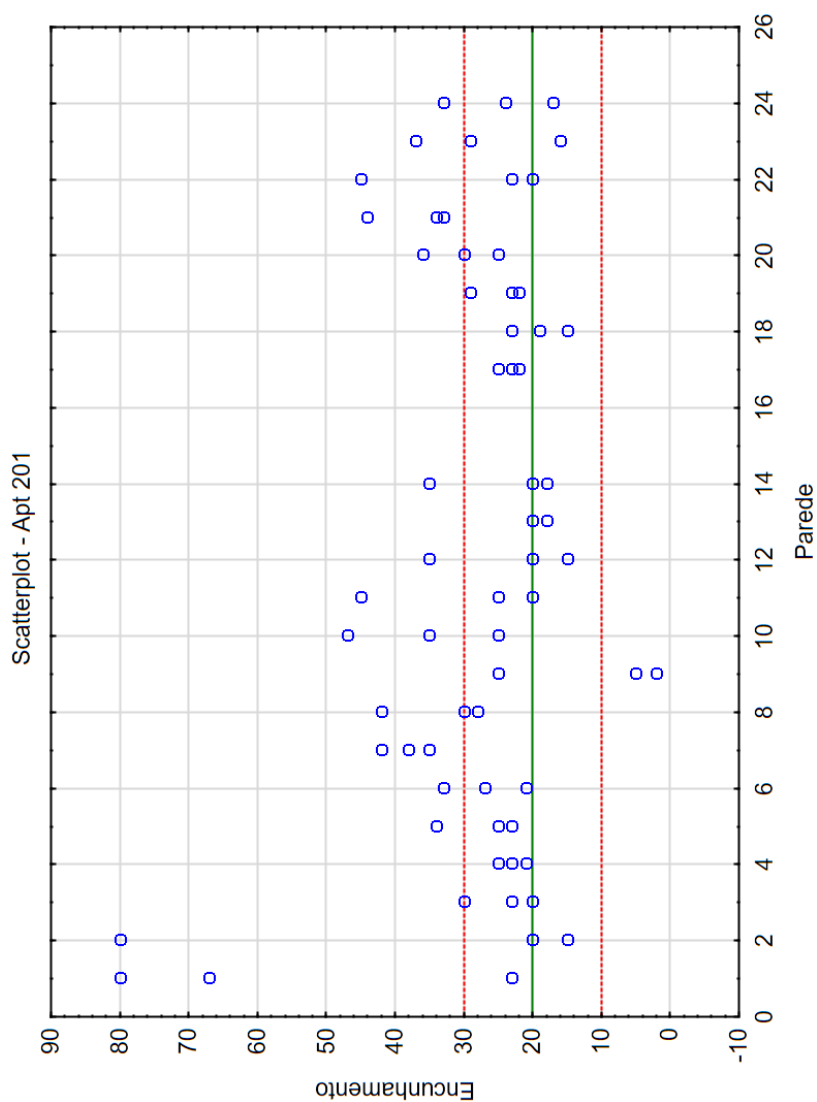


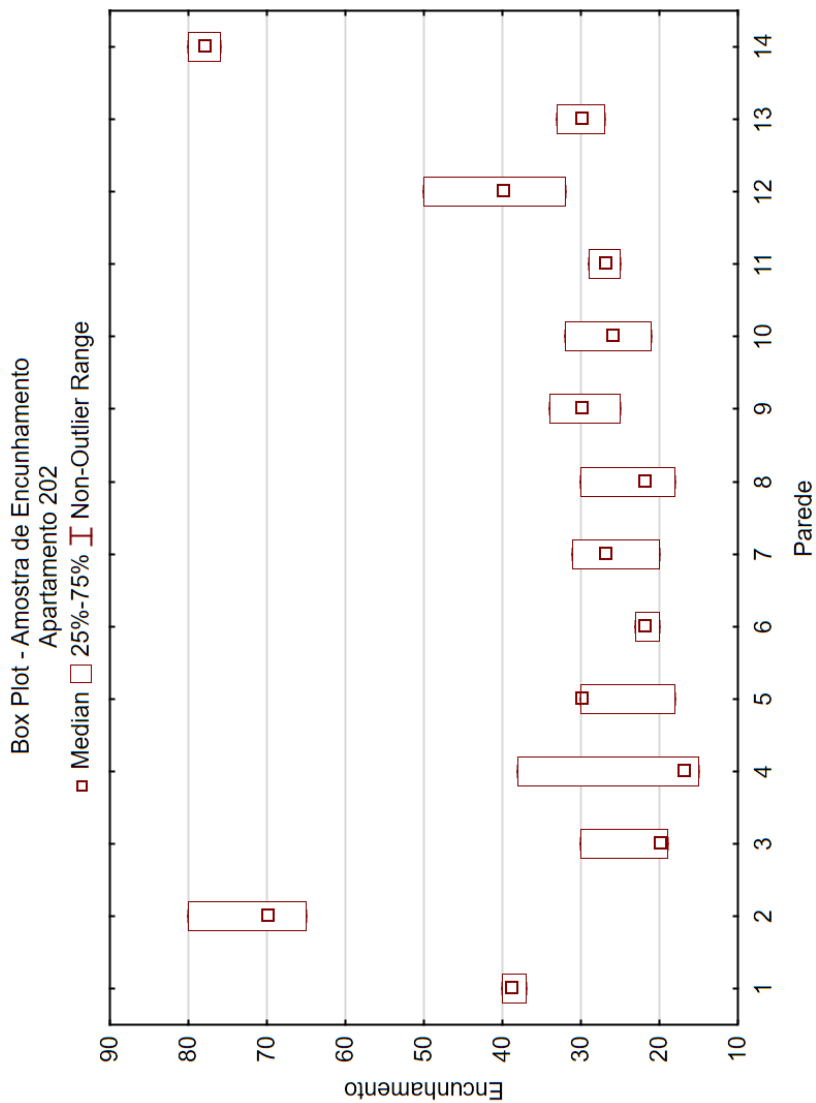


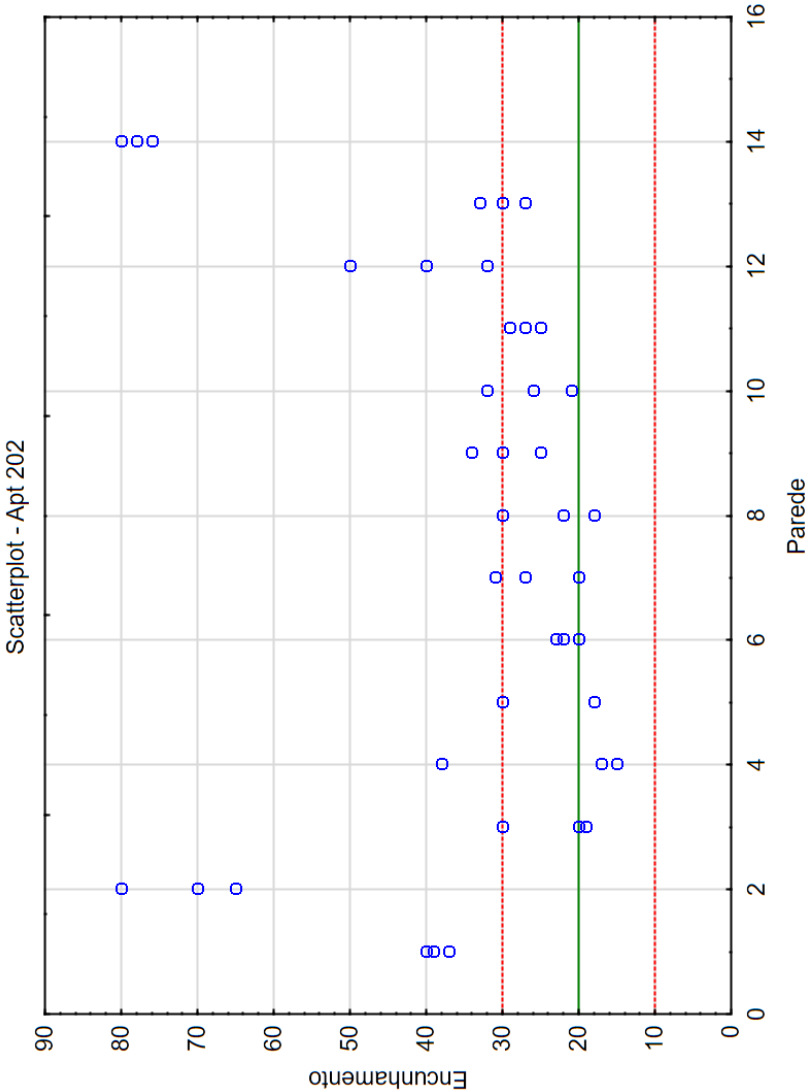


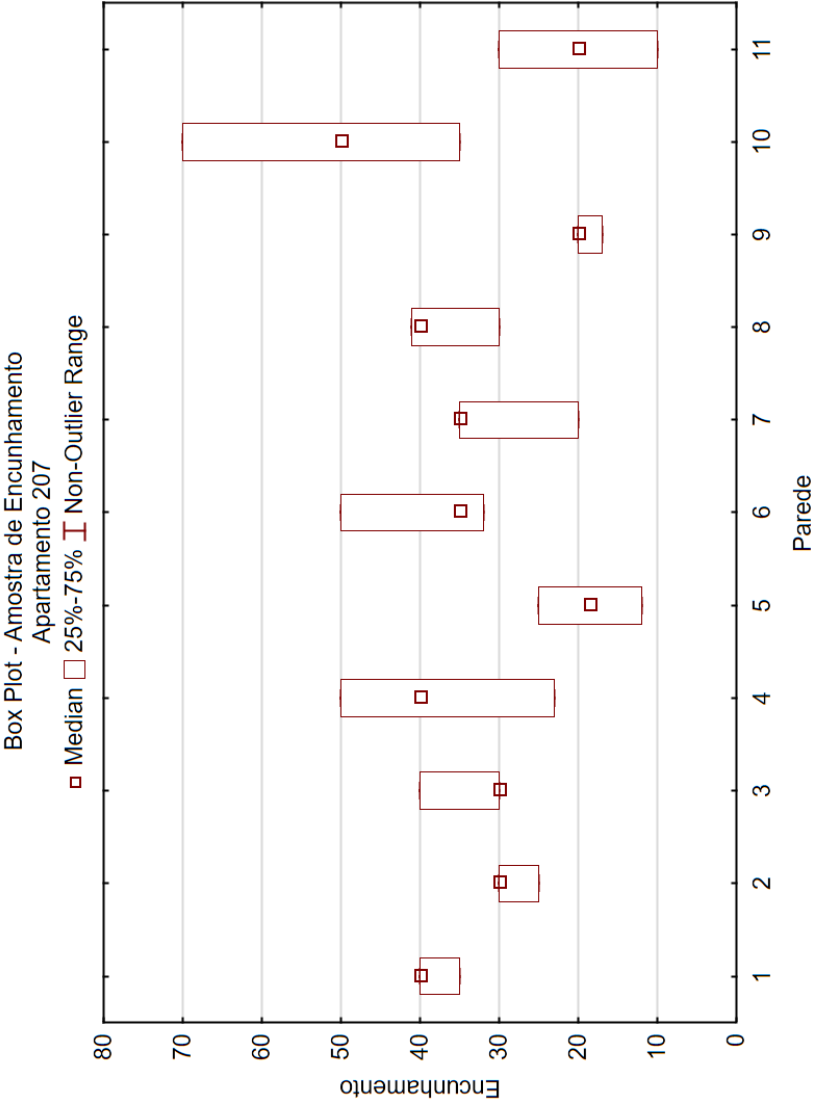
APÊNDICE D – Gráficos de caixa e dispersão referente ao encunhamento

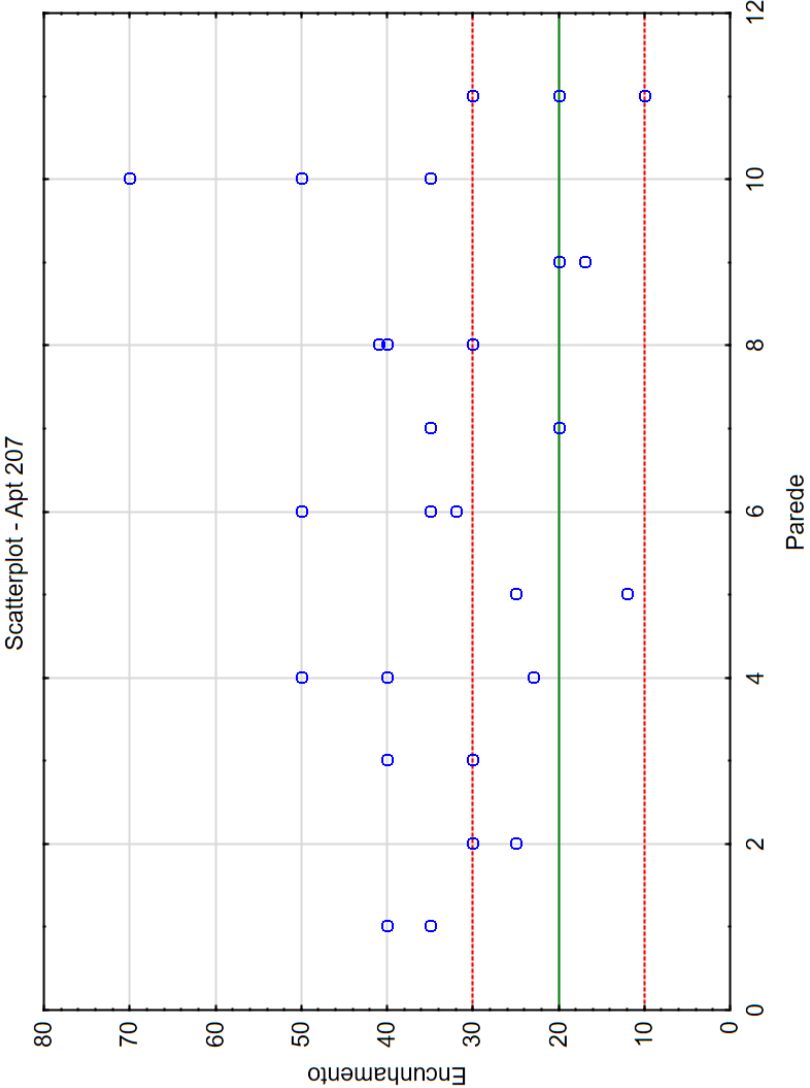


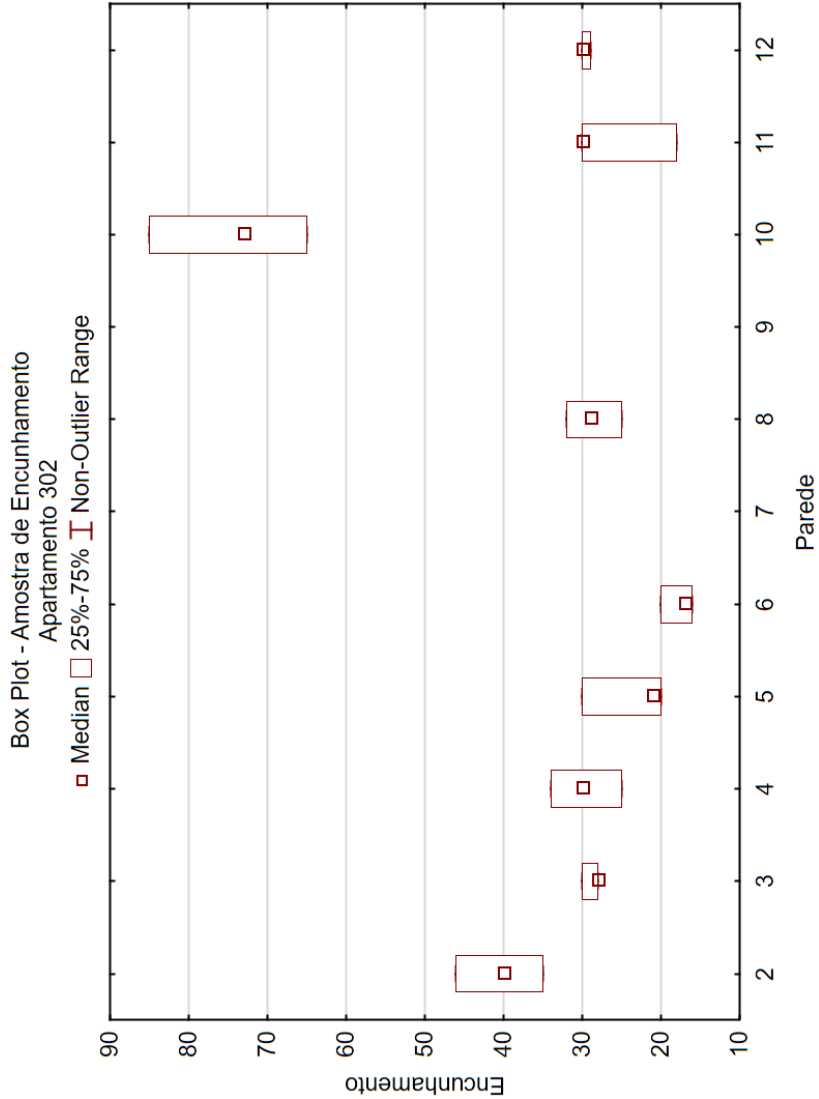


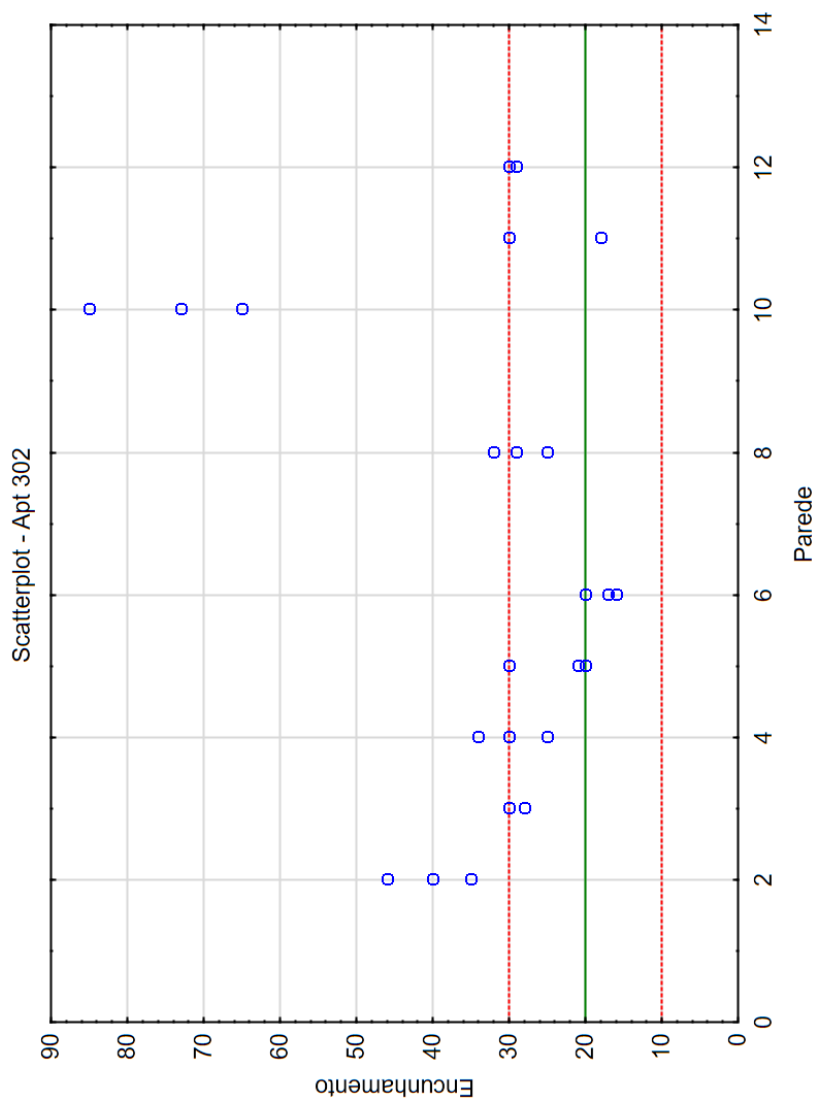


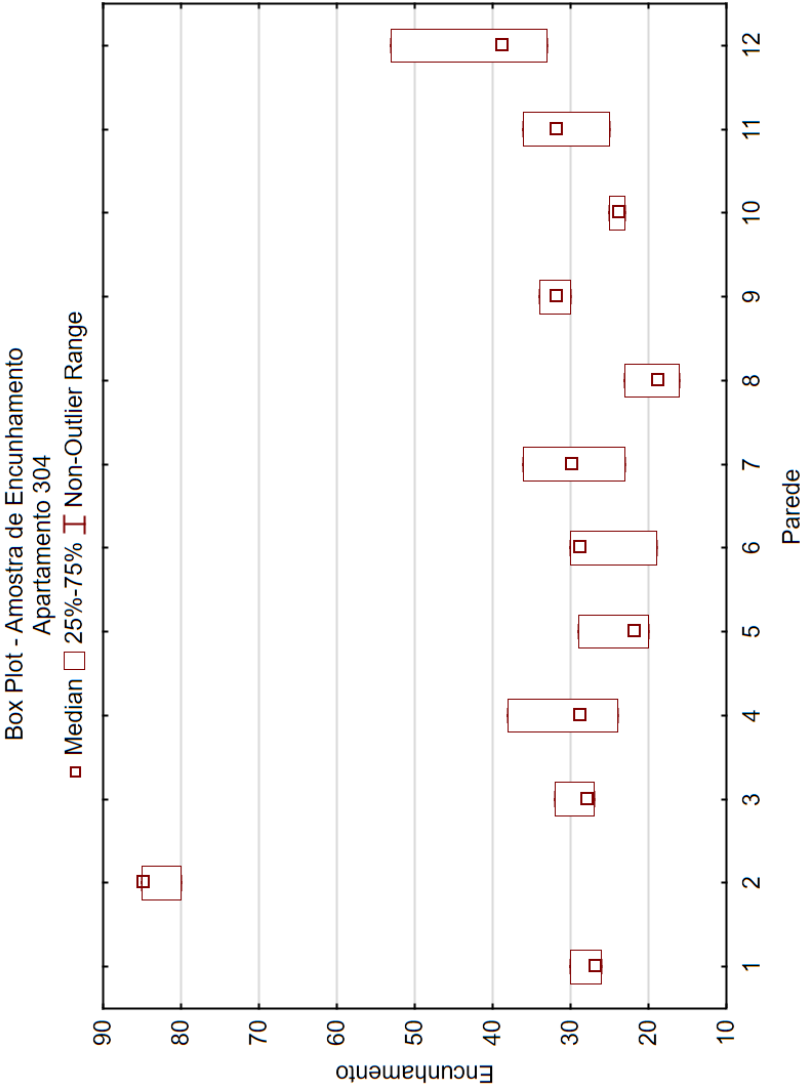


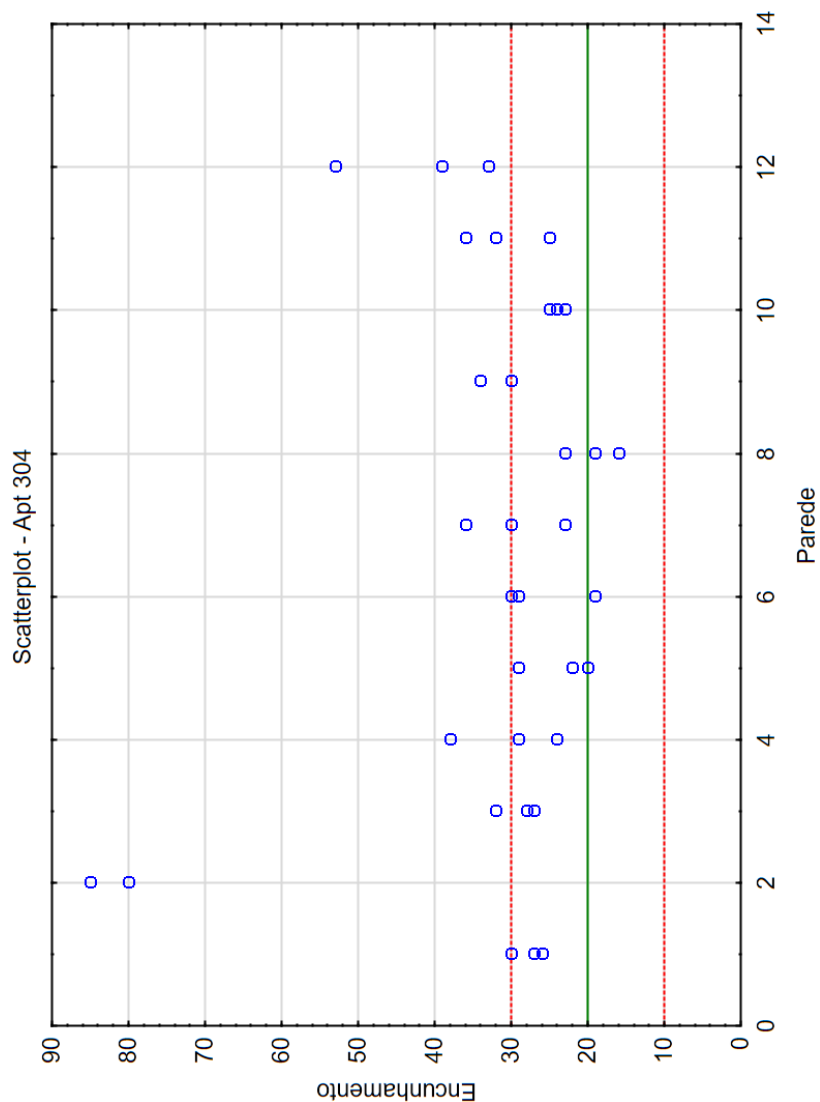


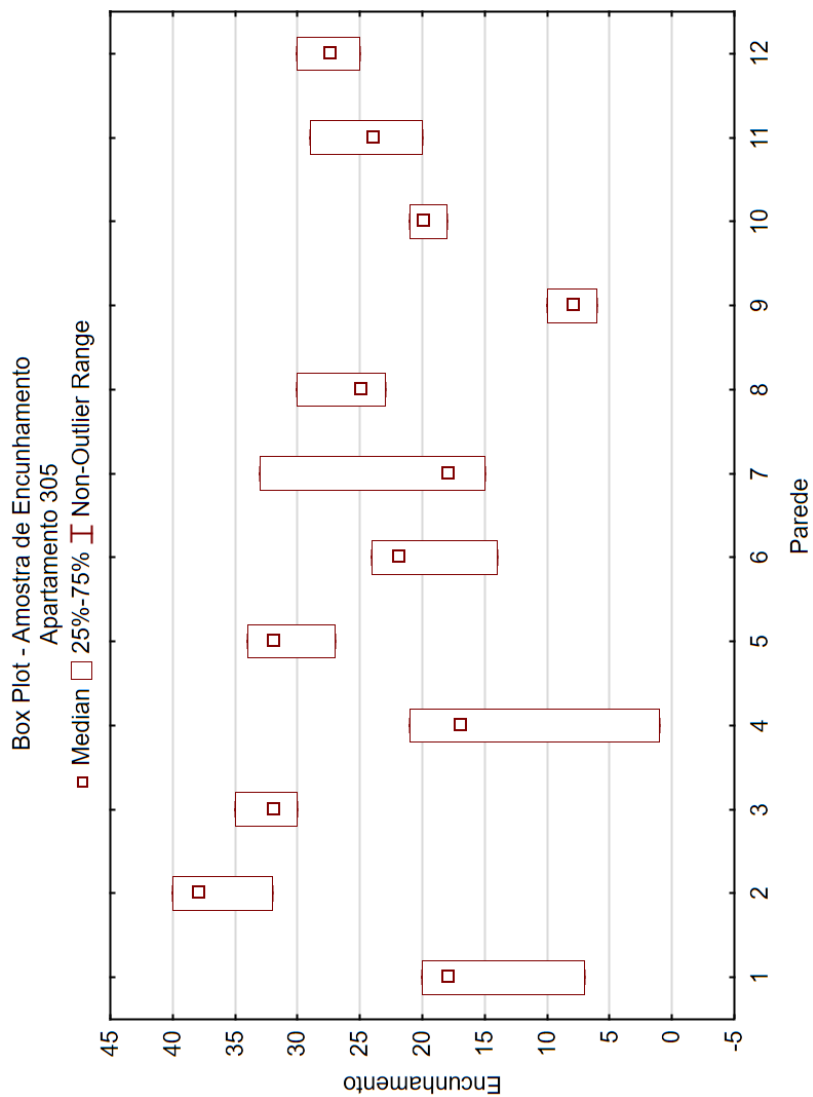




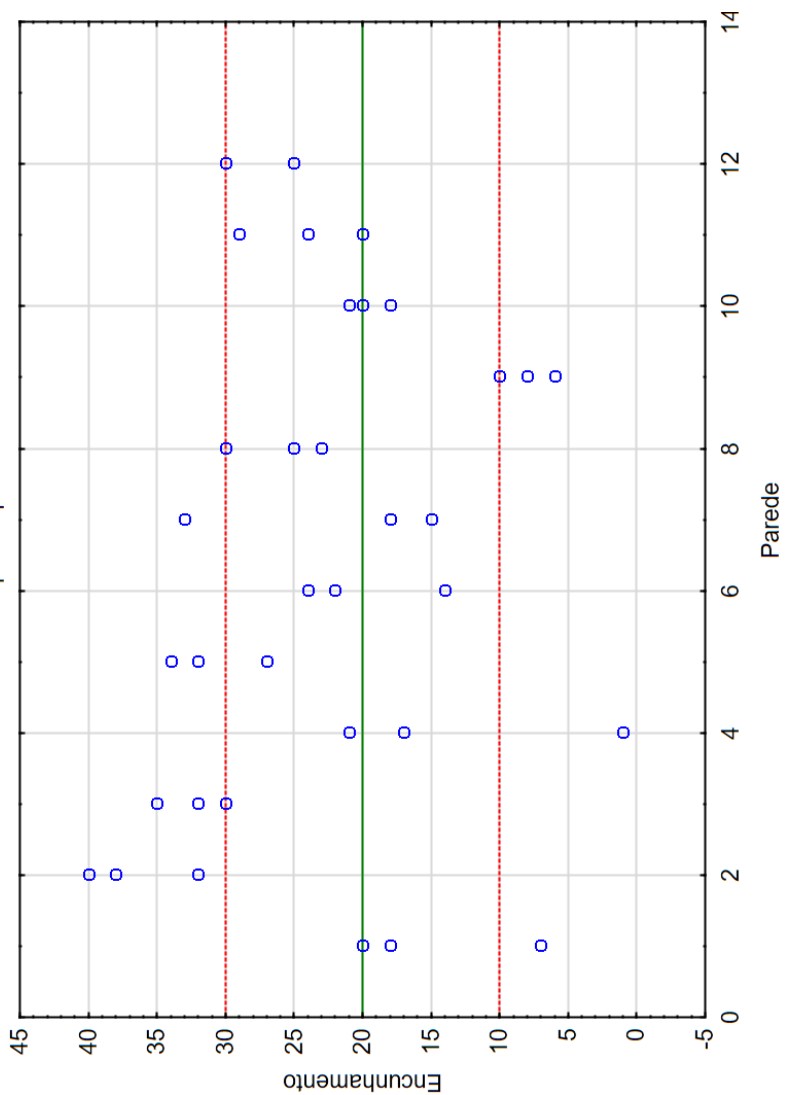


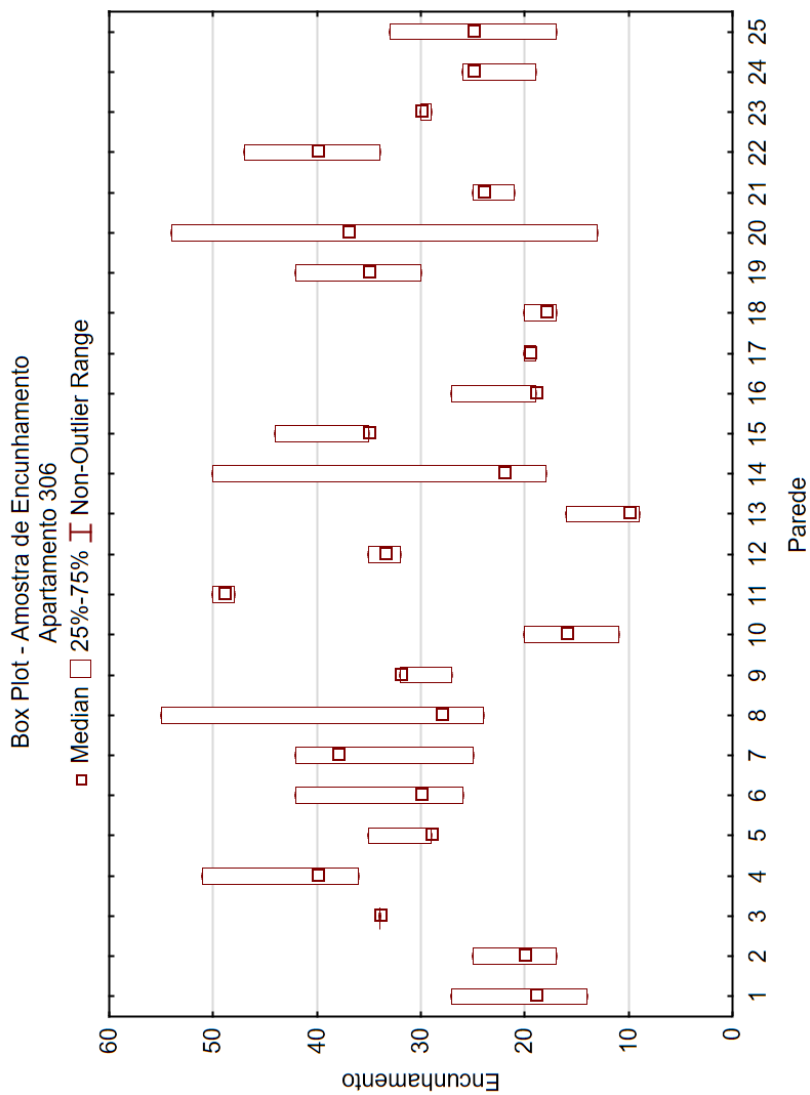


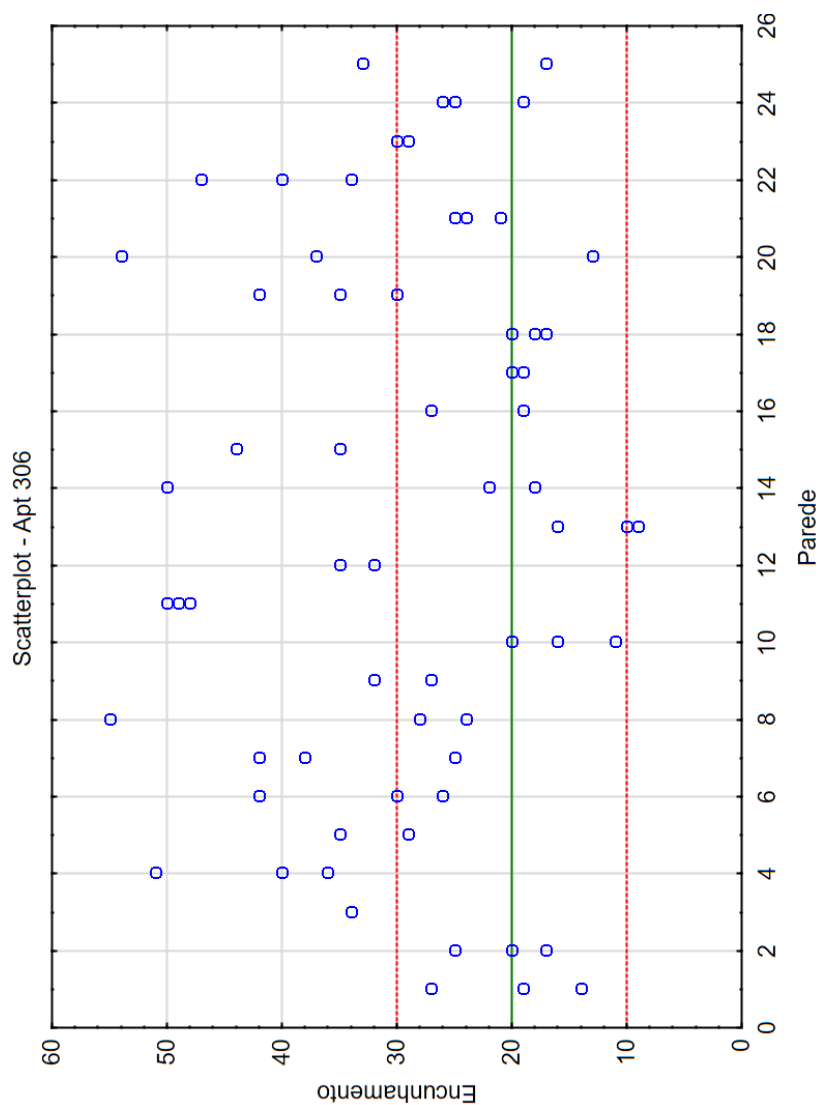


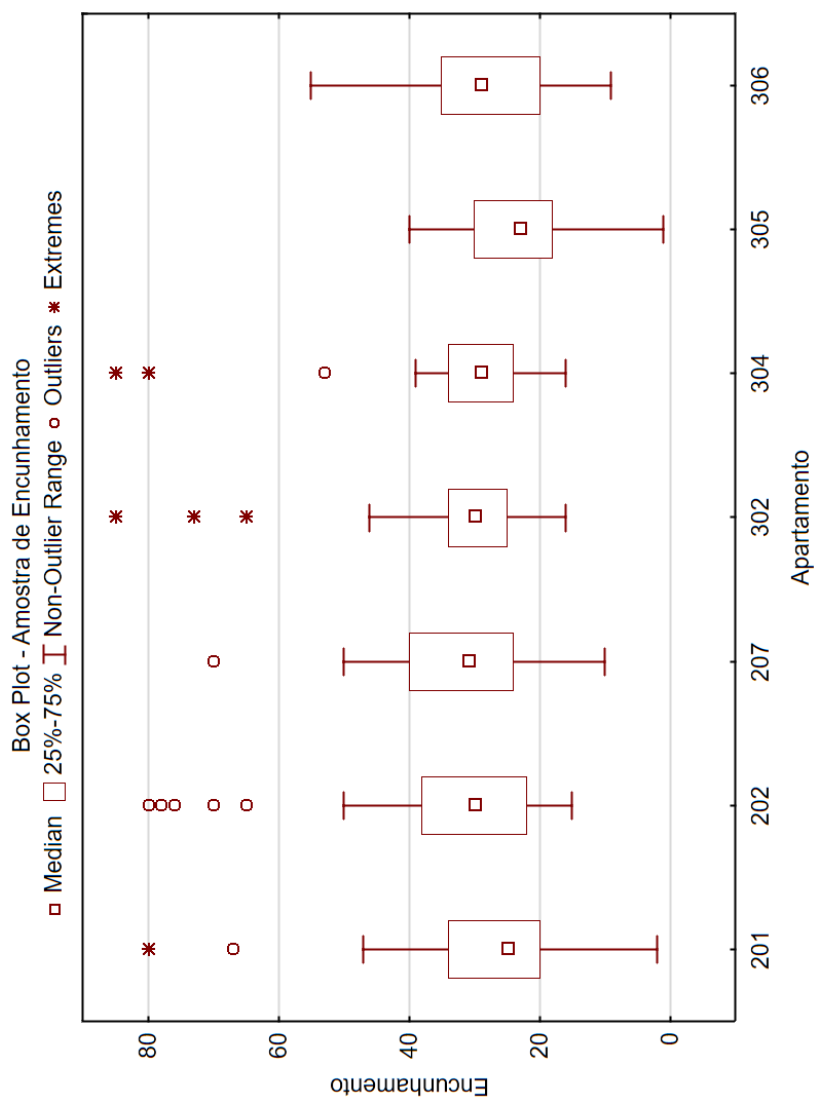


Scatterplot - Apt 305

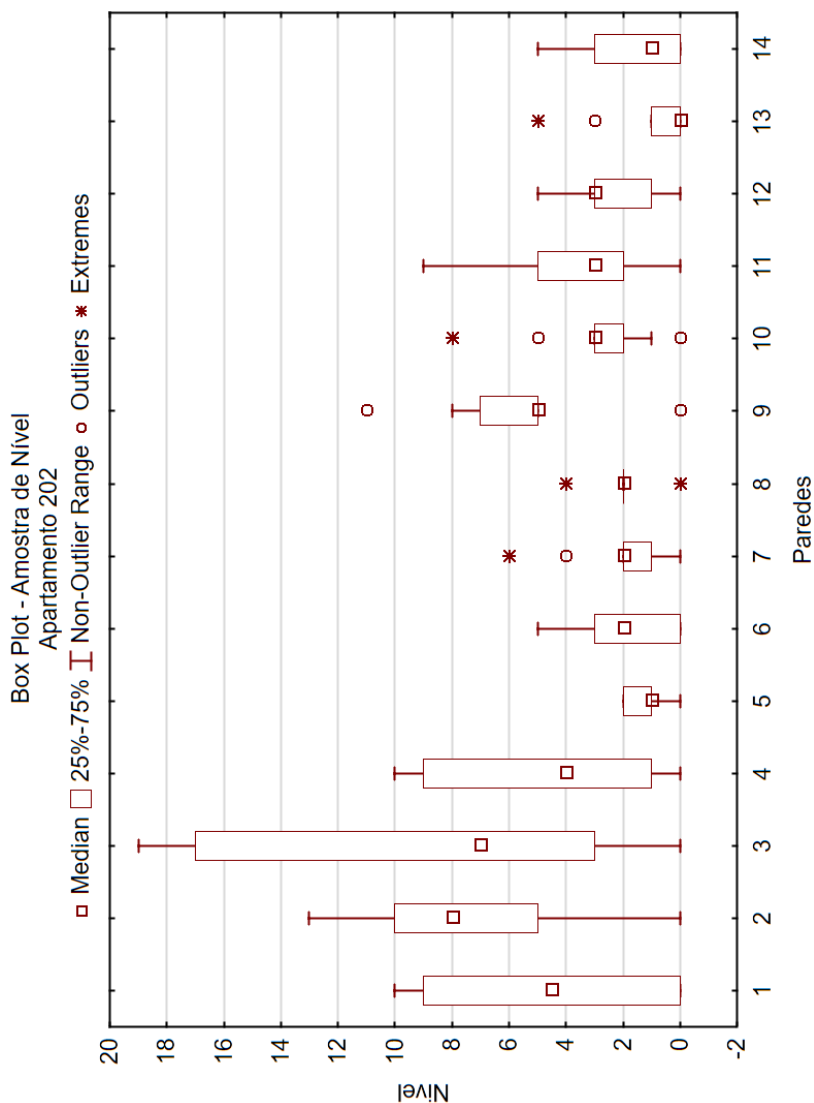


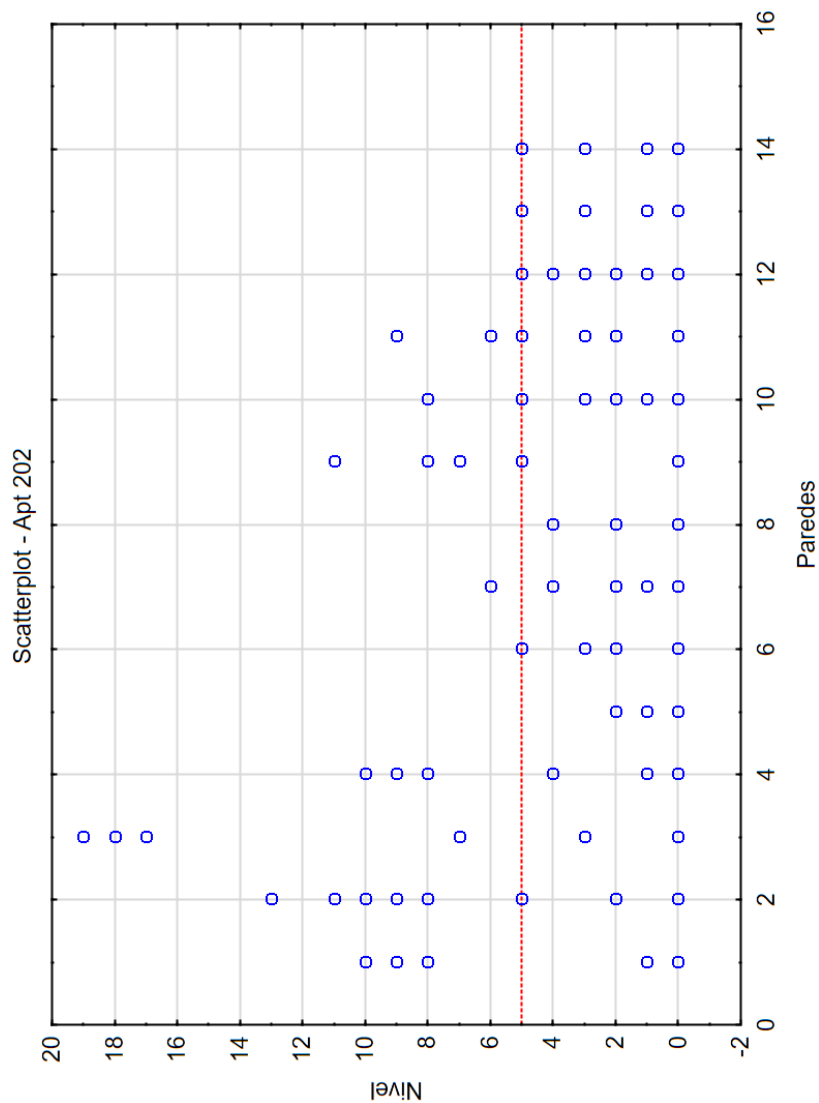


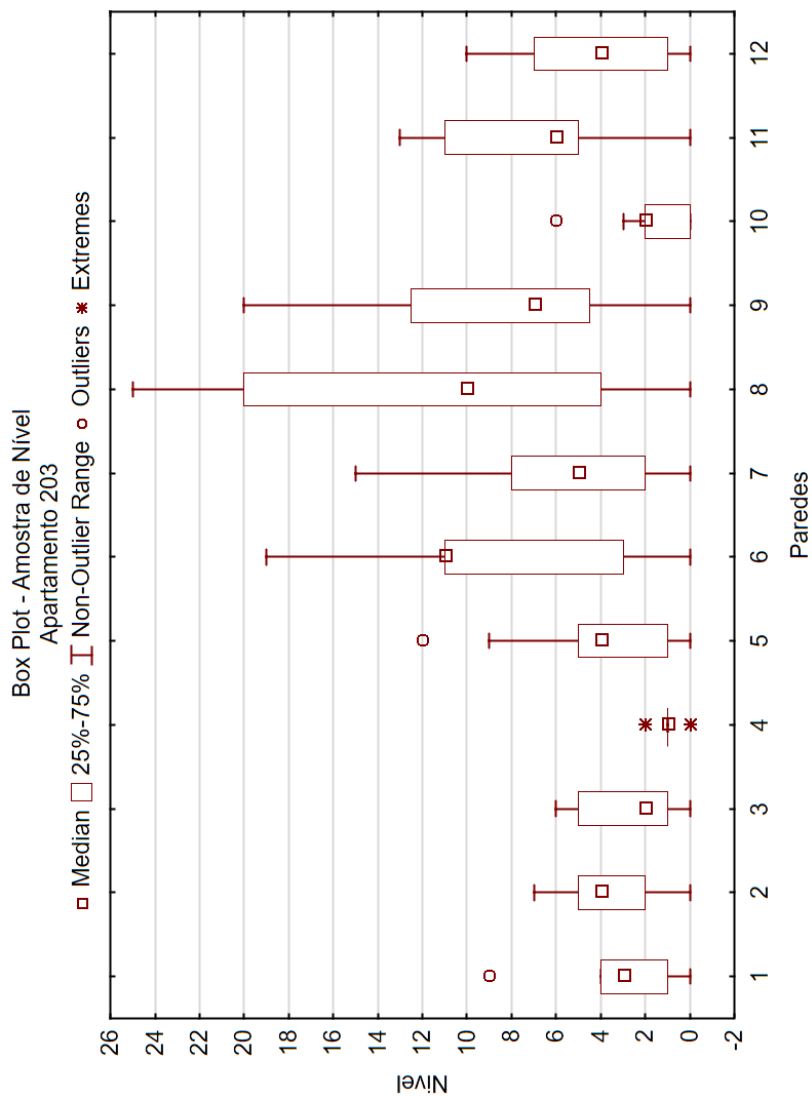


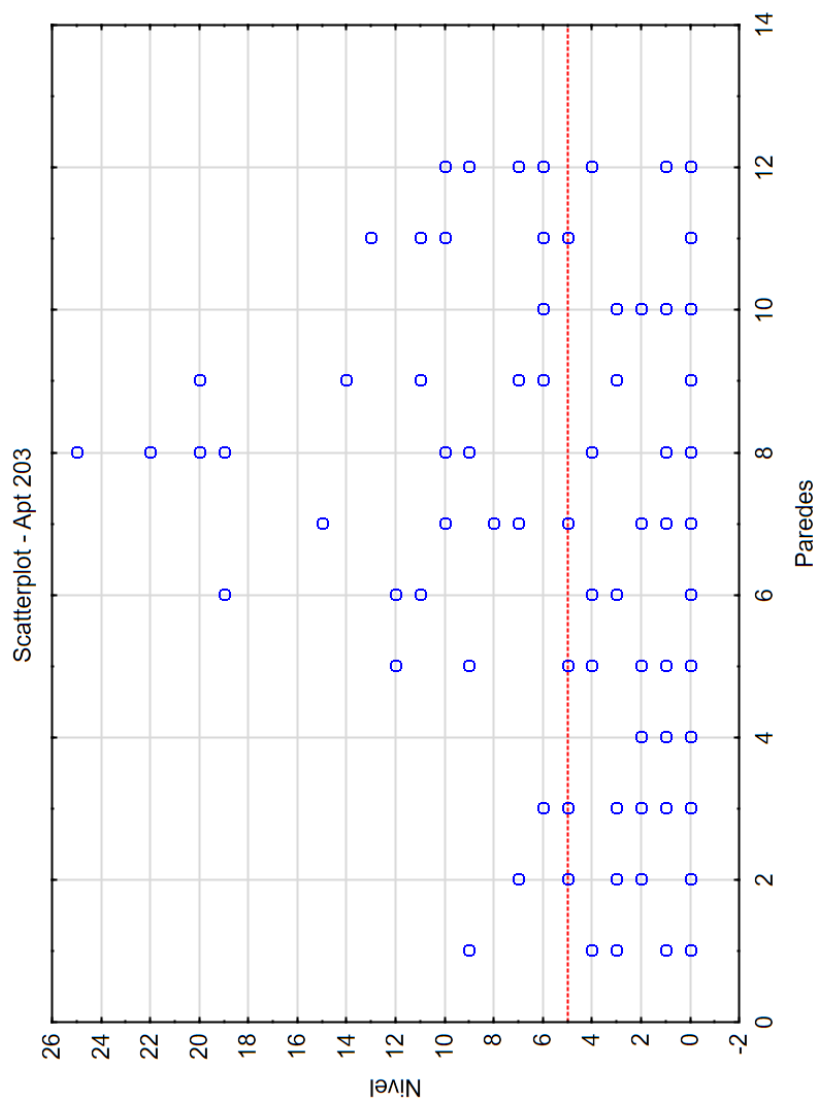


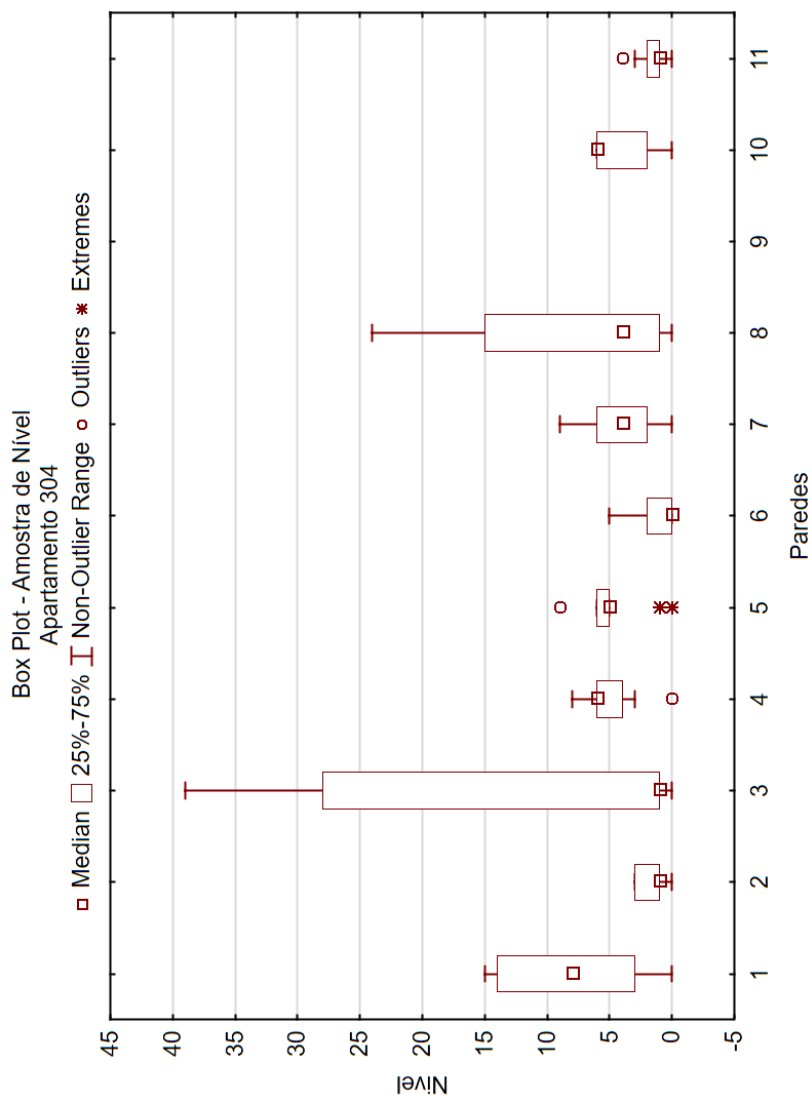
APÊNDICE E – Gráficos de caixa e dispersão referente a planicidade

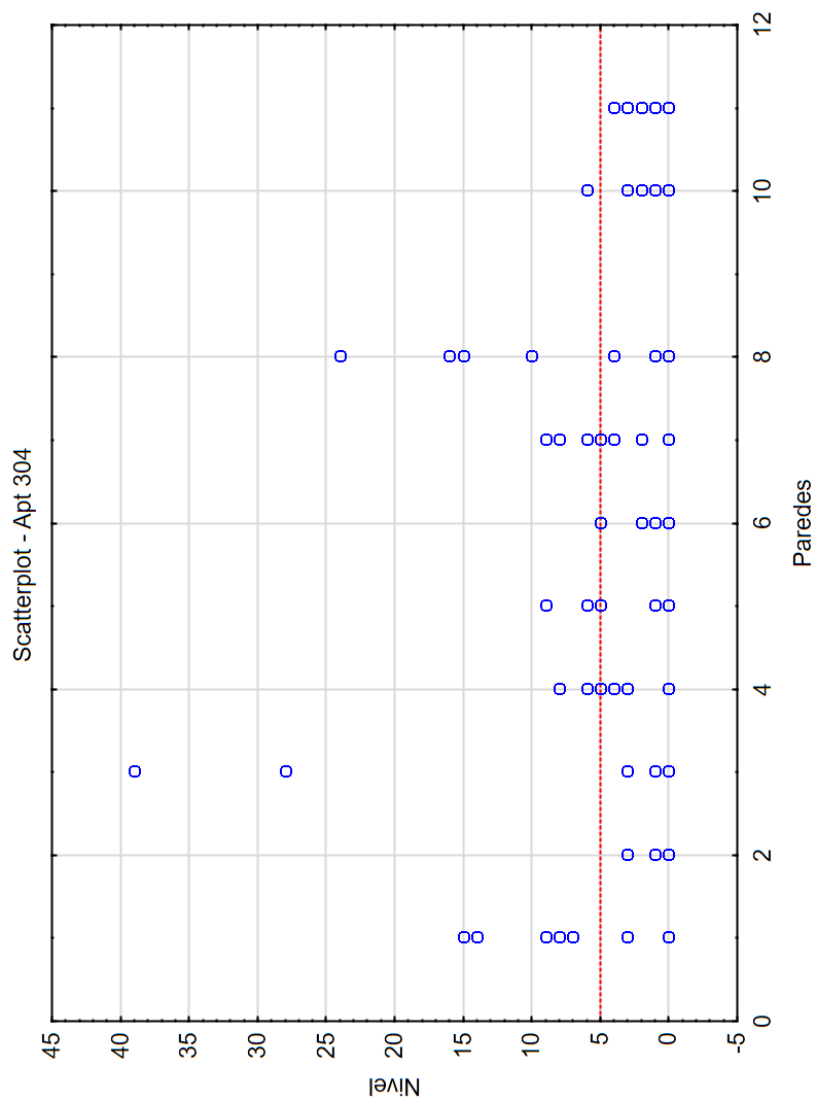






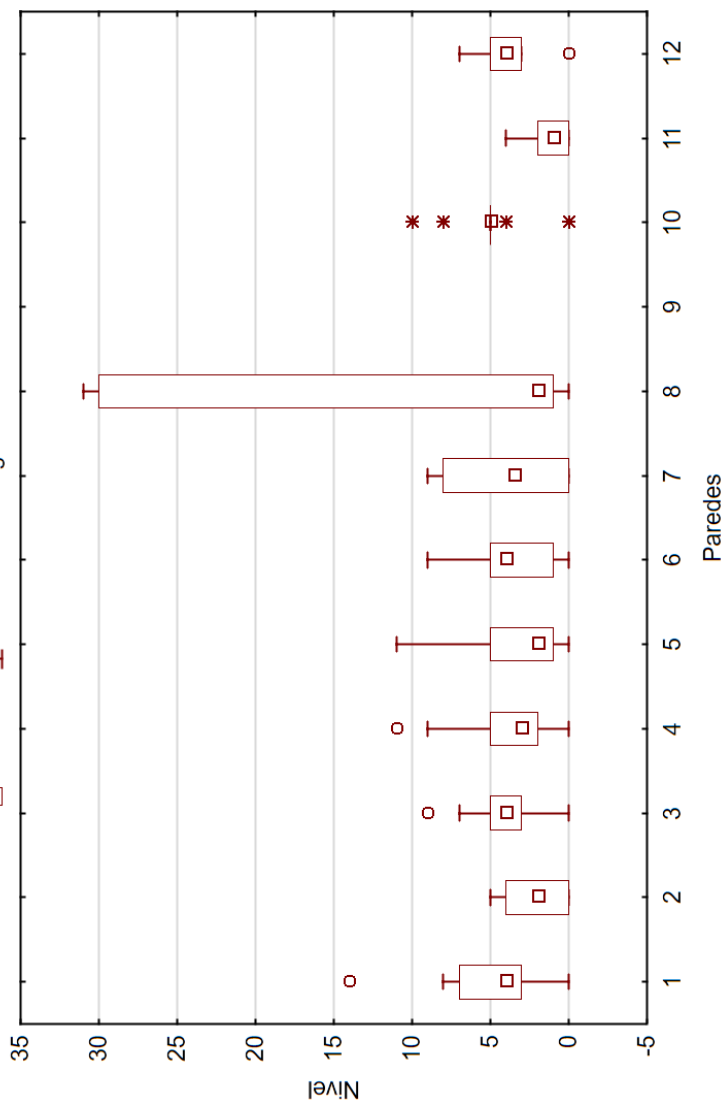


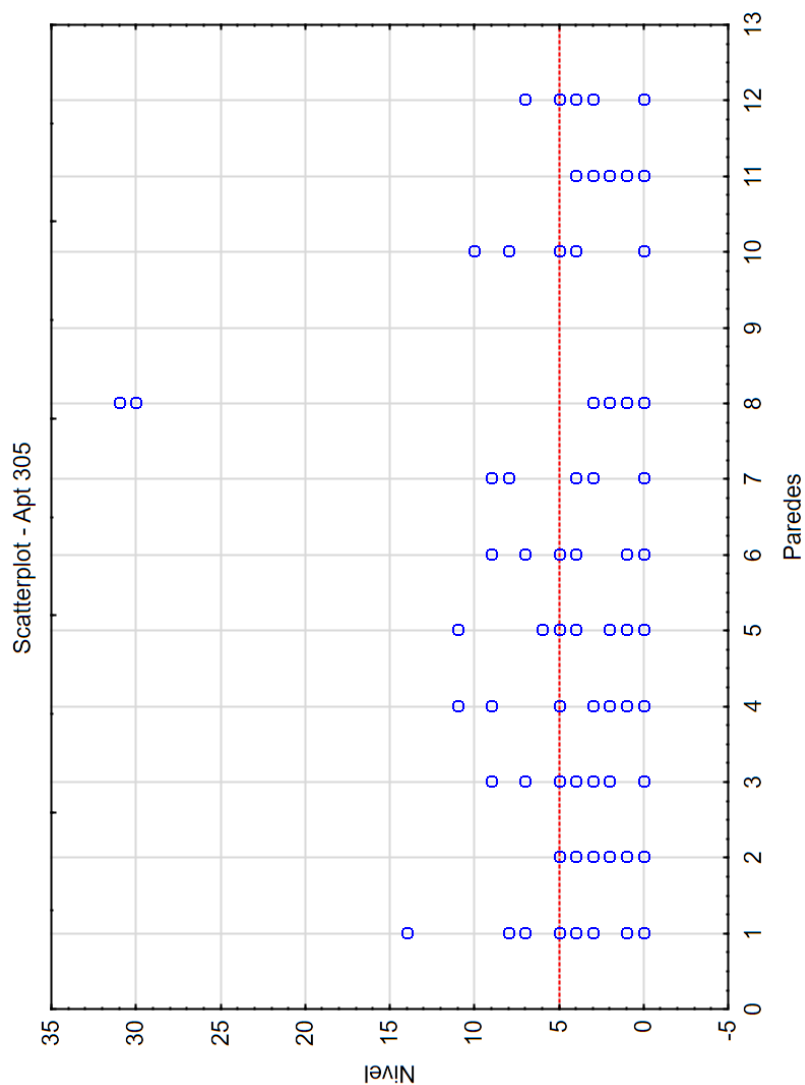


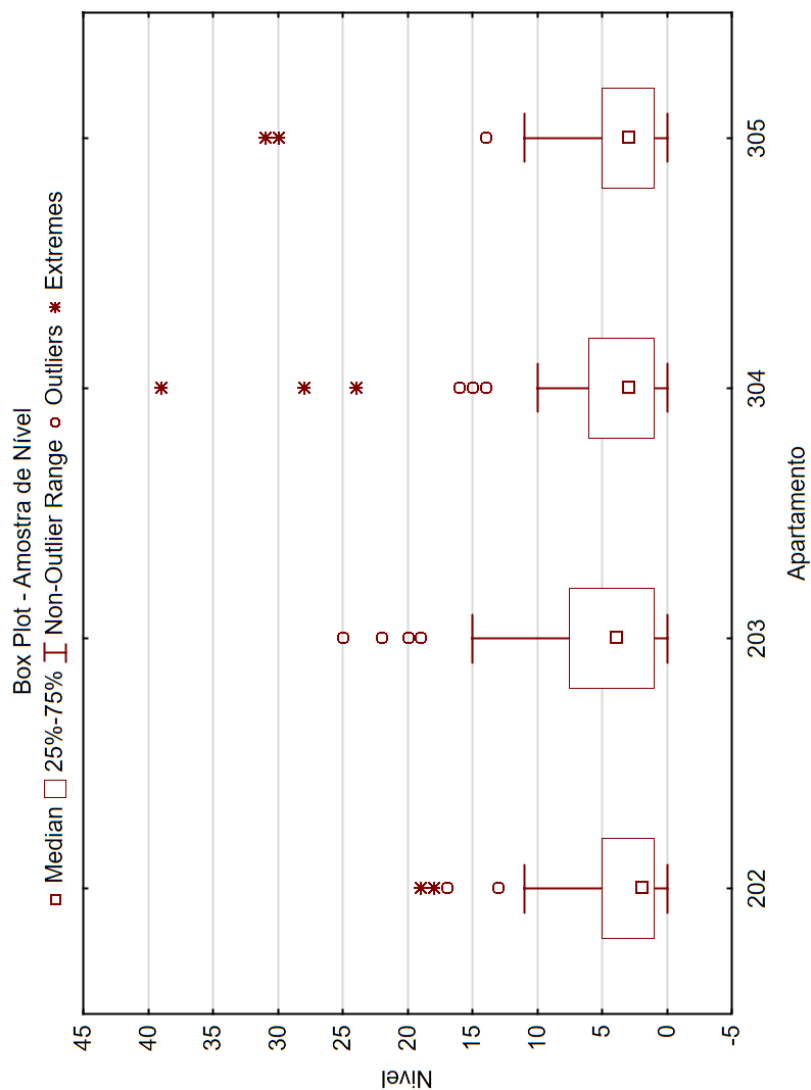


Box Plot - Amostra de Nível
Apartamento 305

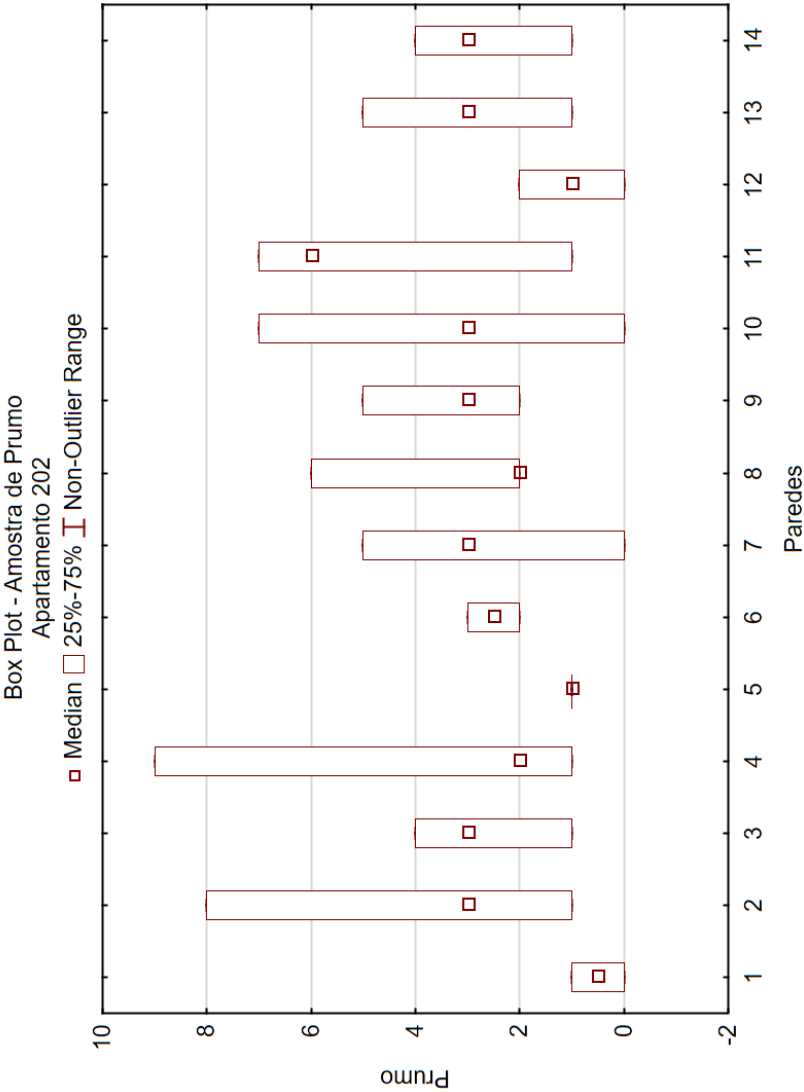
□ Median □ 25%-75% I Non-Outlier Range ○ Outliers * Extremes

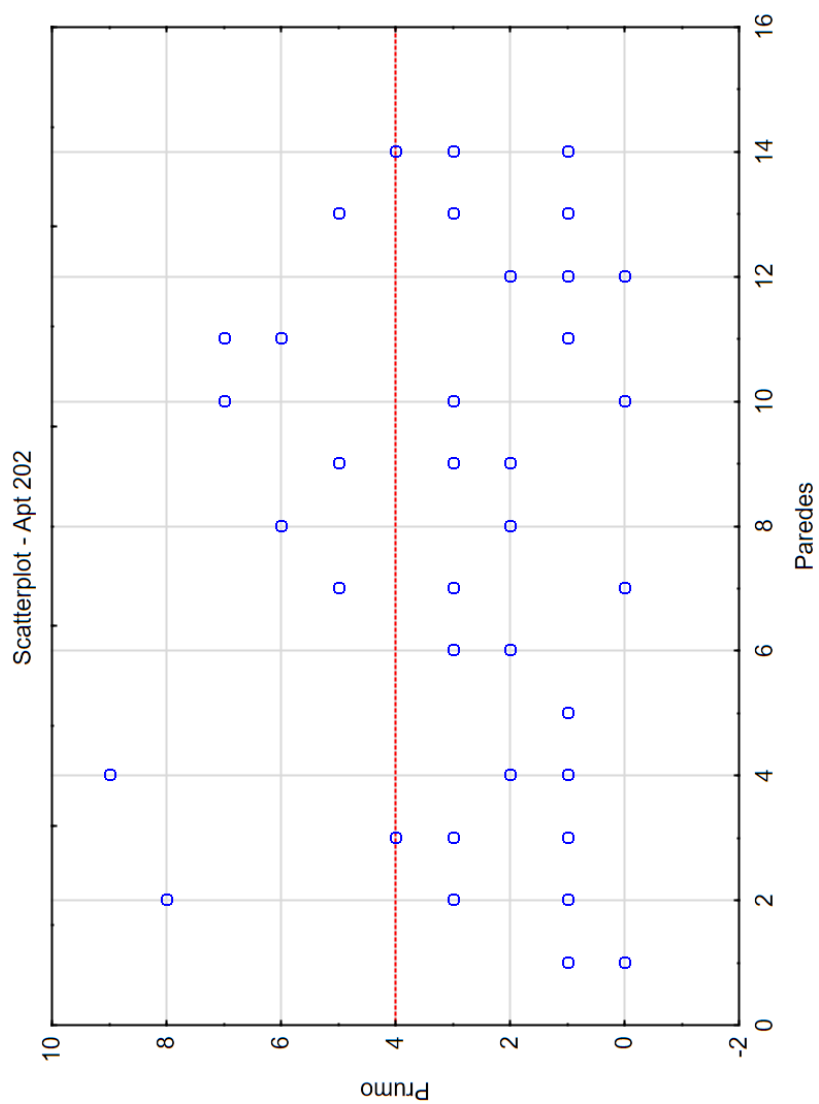


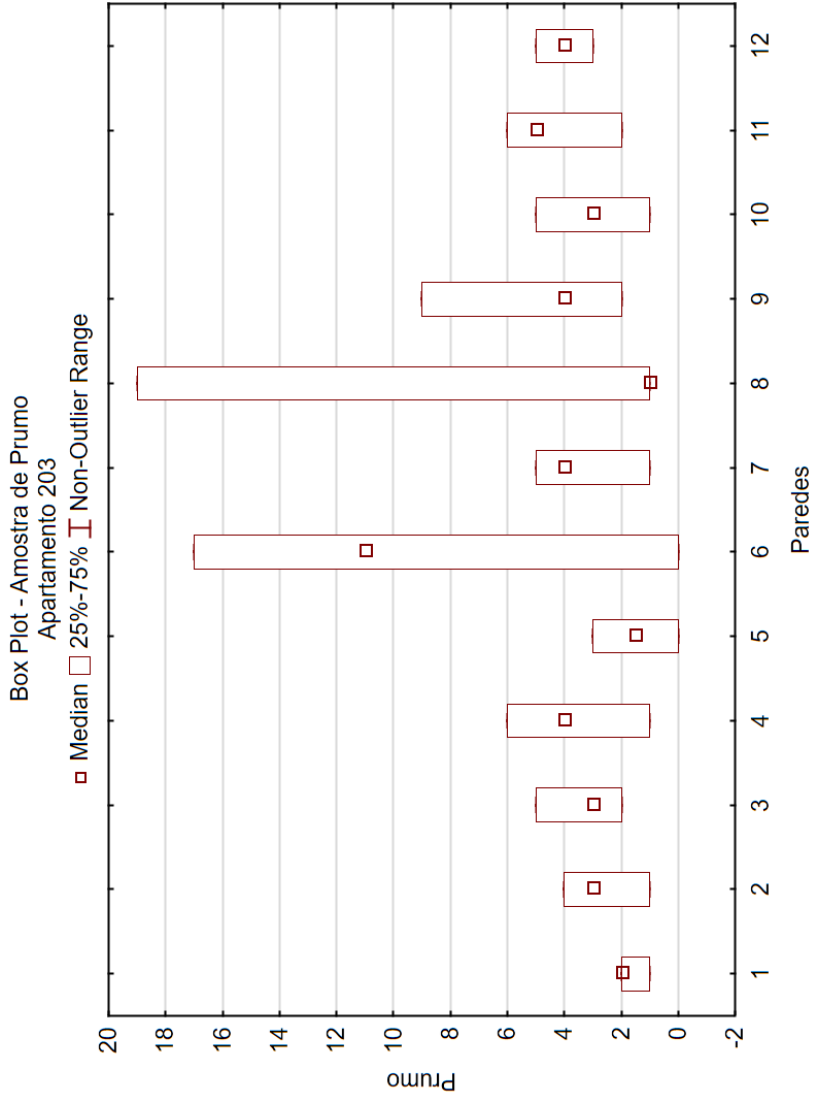


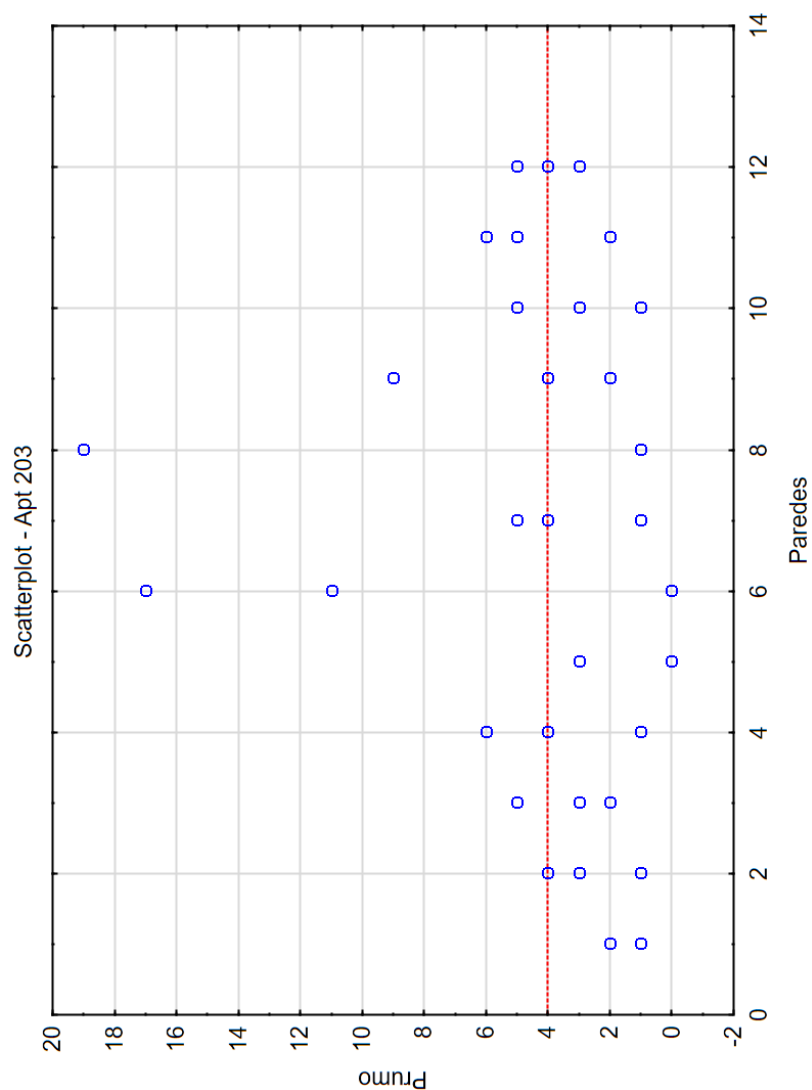


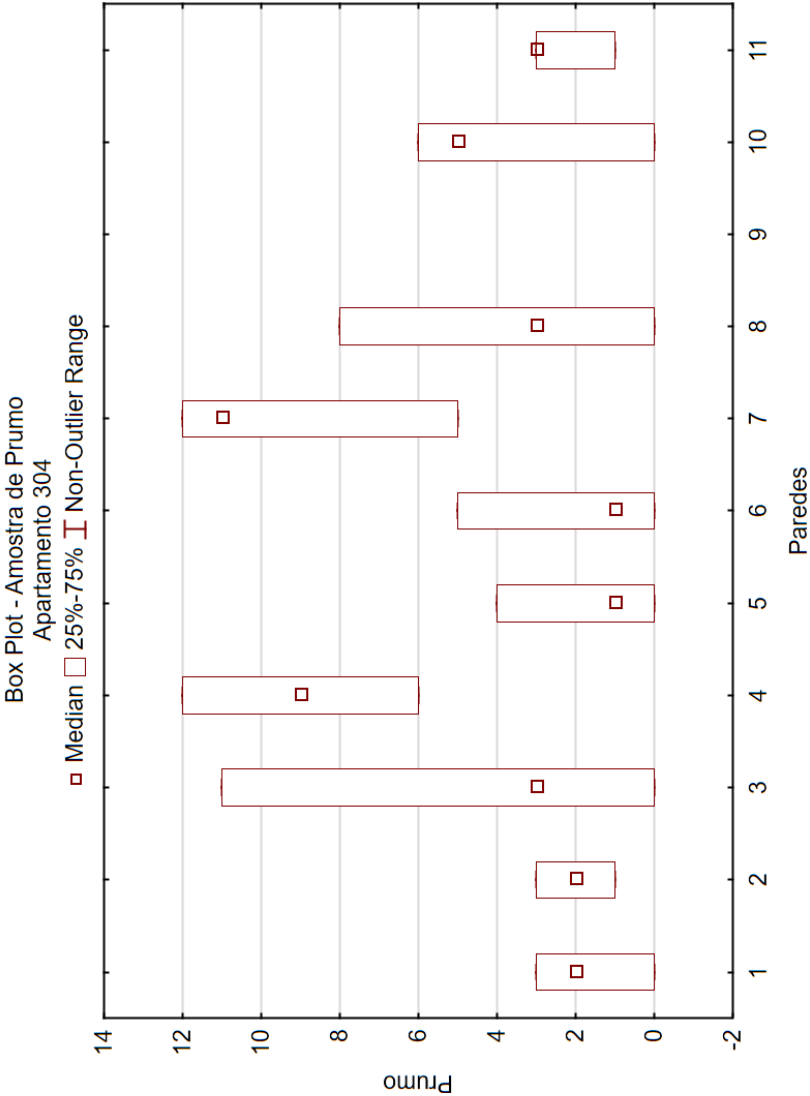
APÊNDICE E – Gráficos de caixa e dispersão referente ao prumo

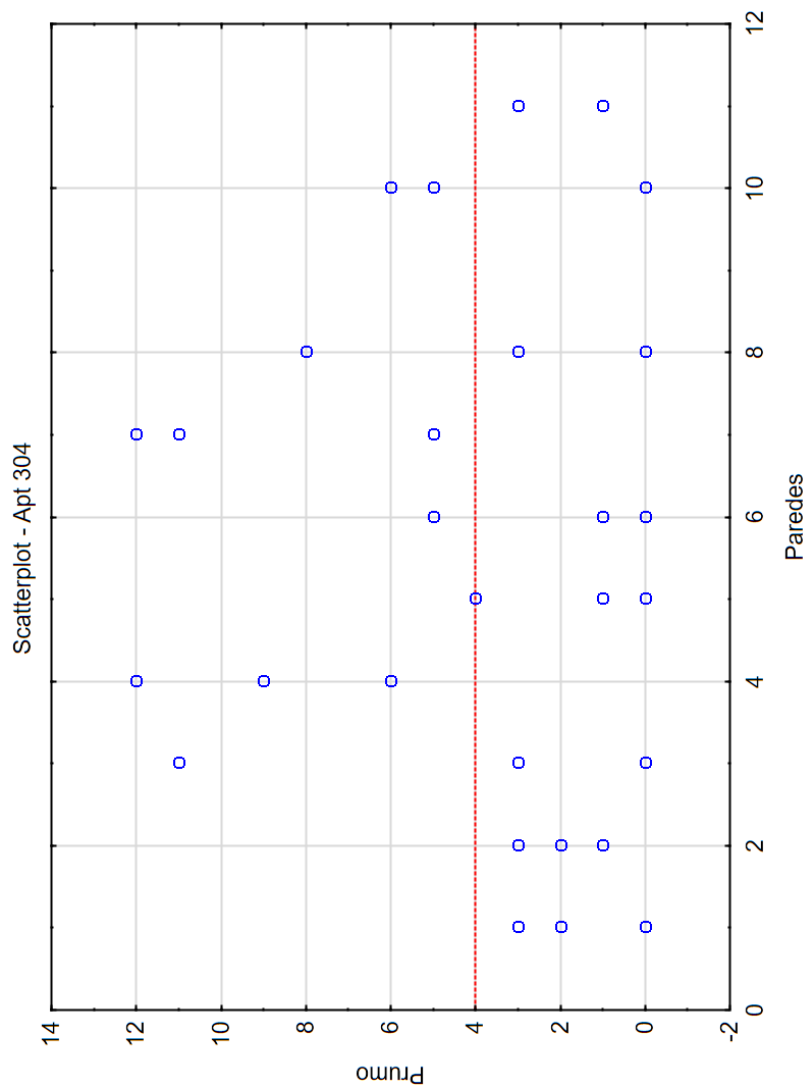


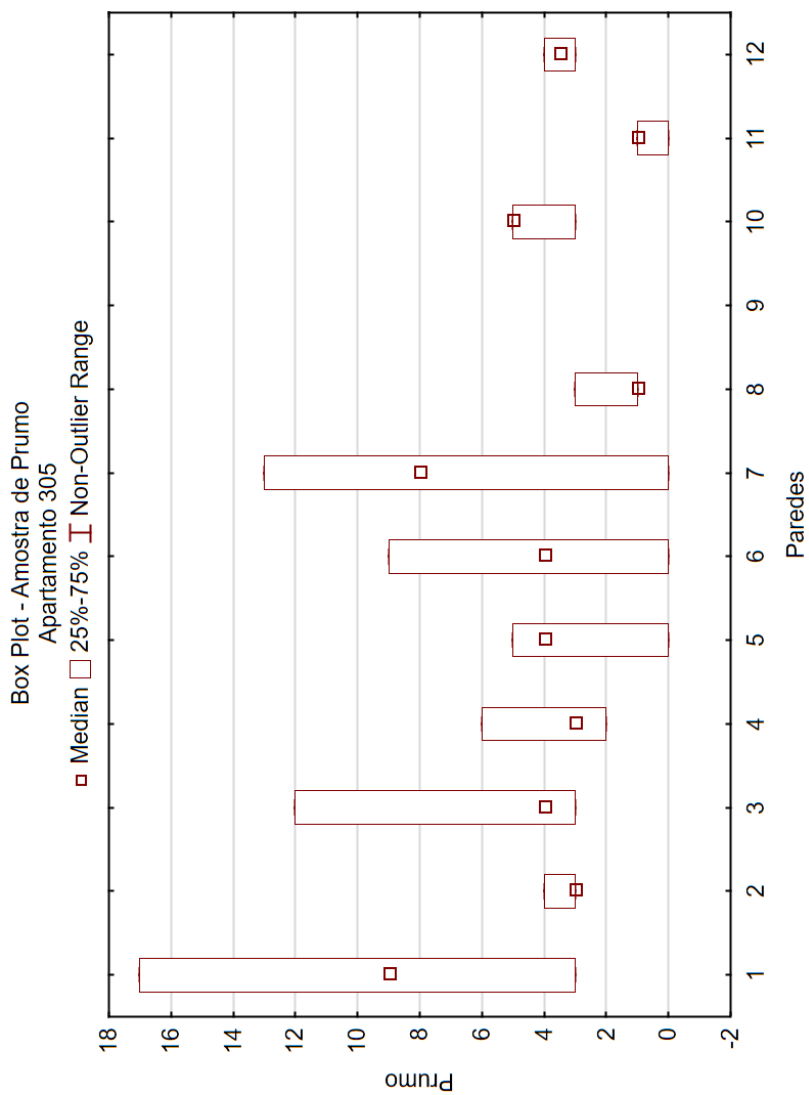




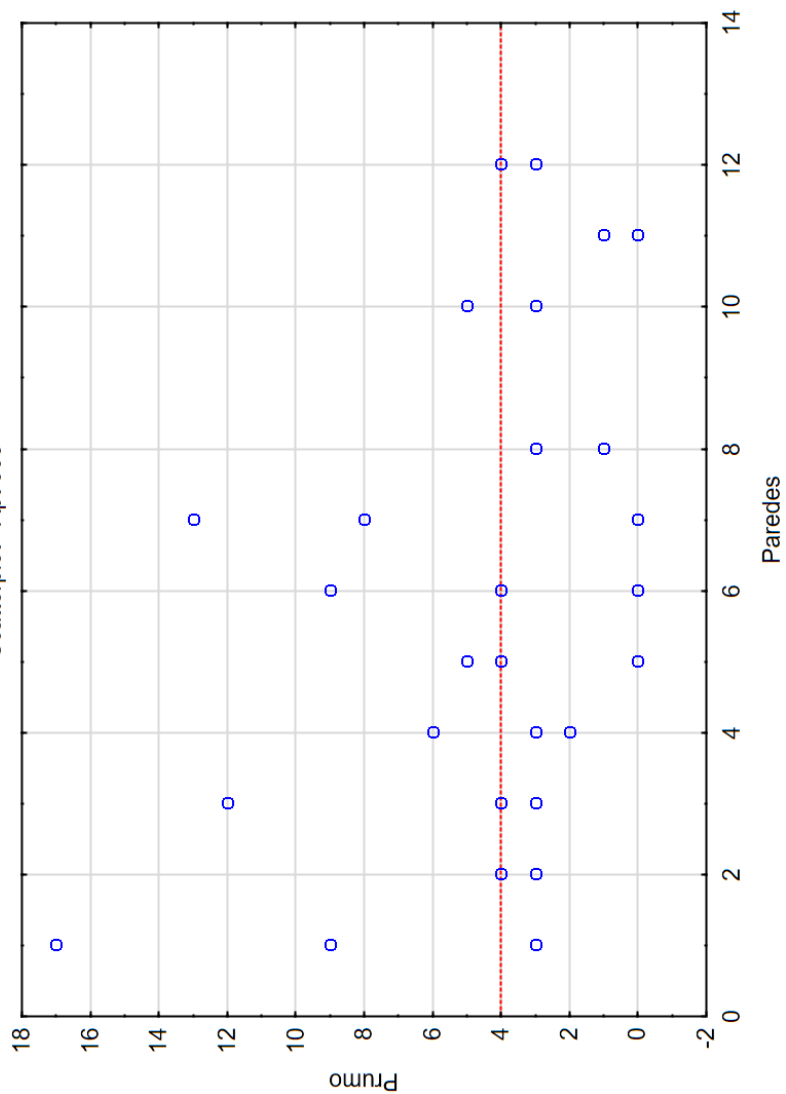


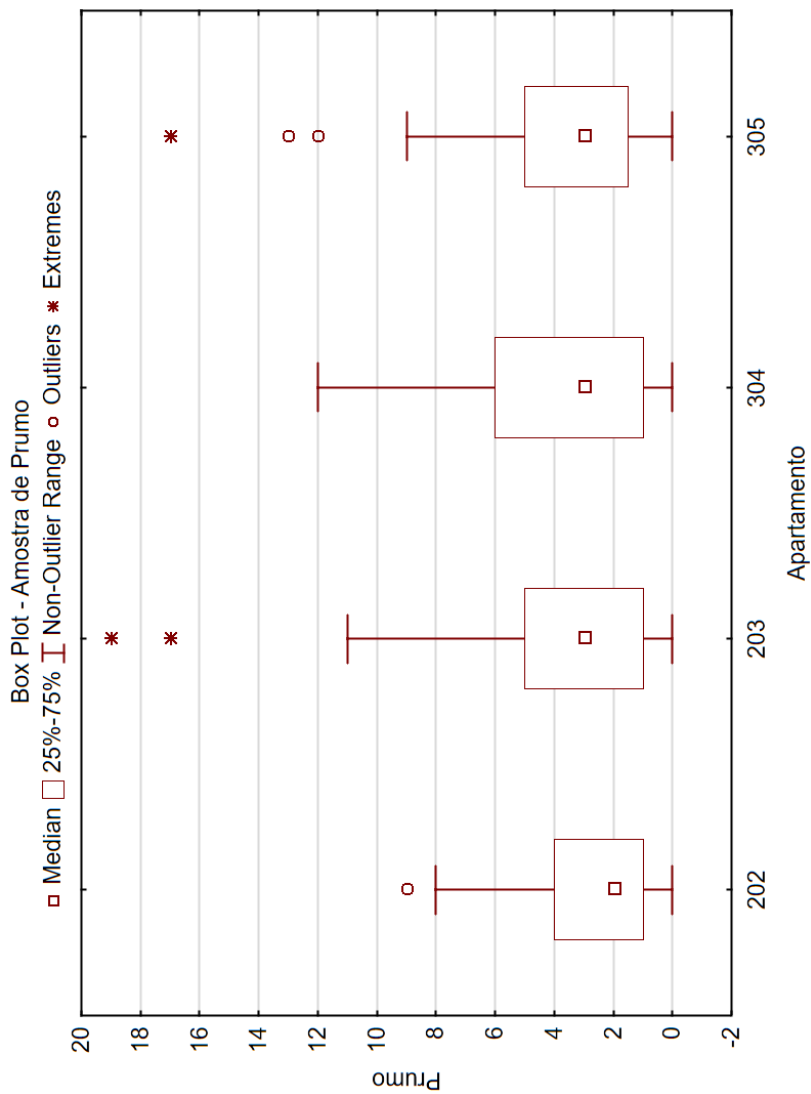




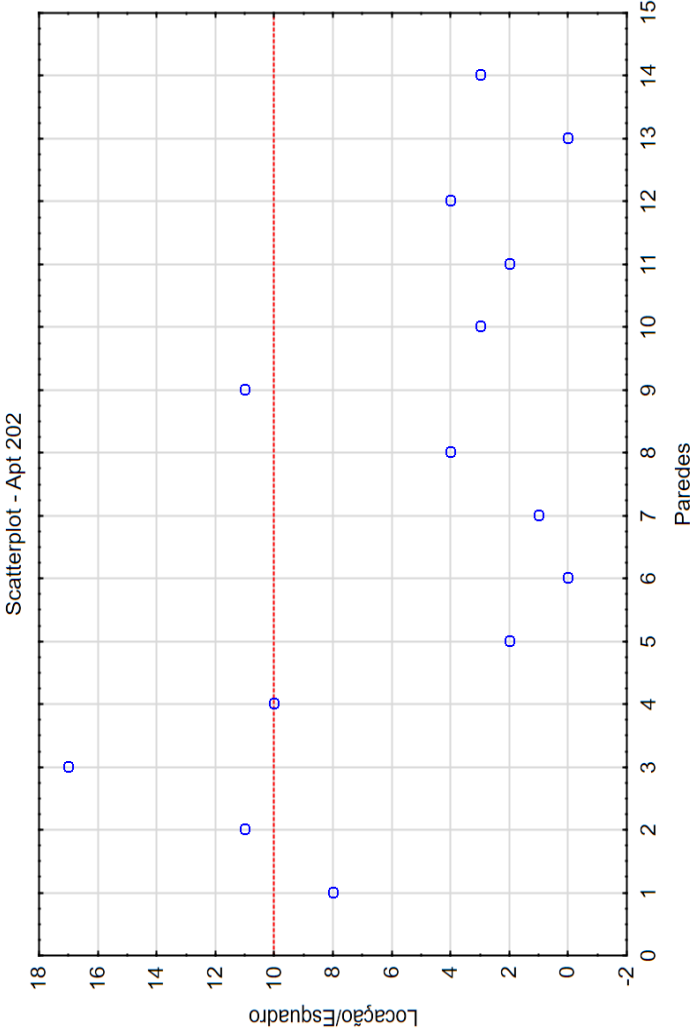


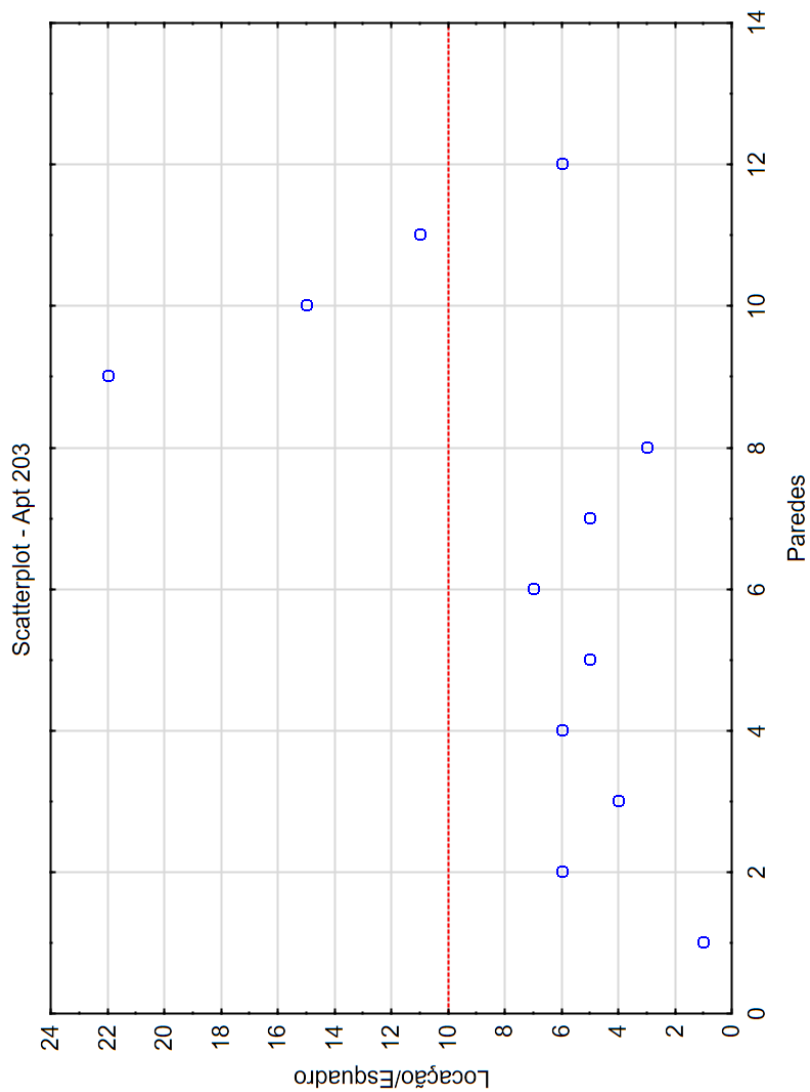
Scatterplot - Apt 305

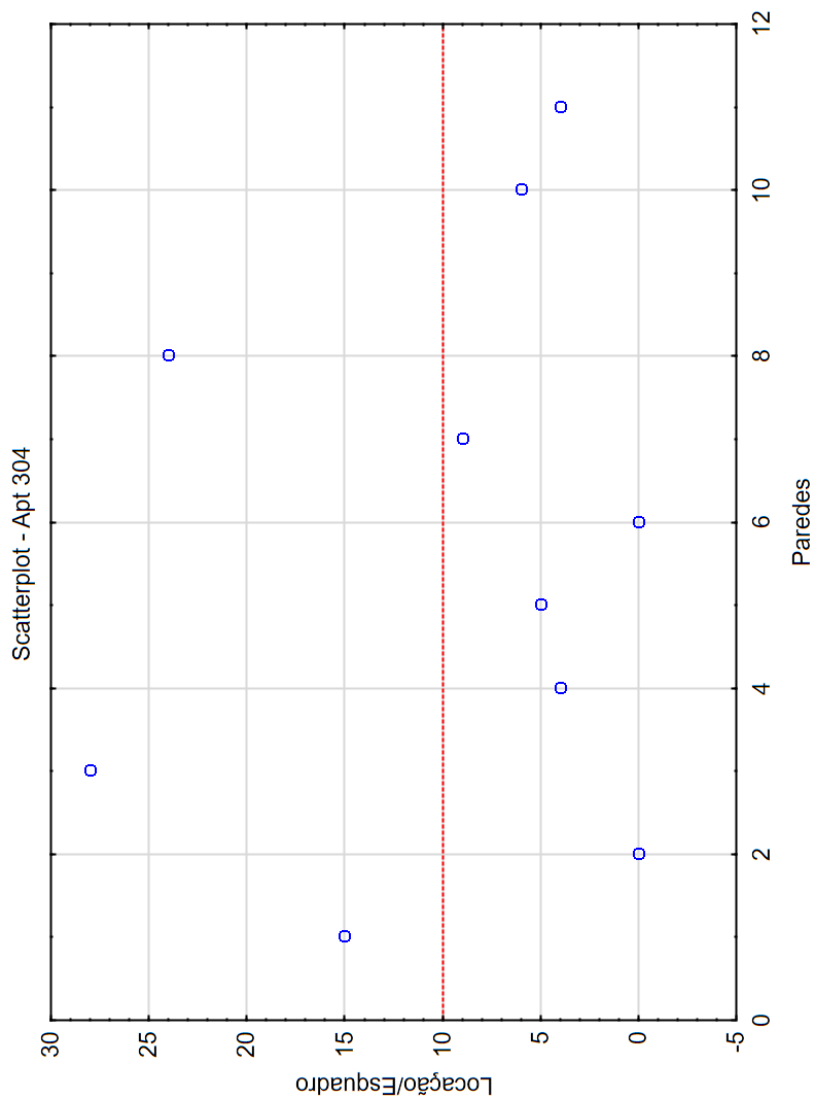


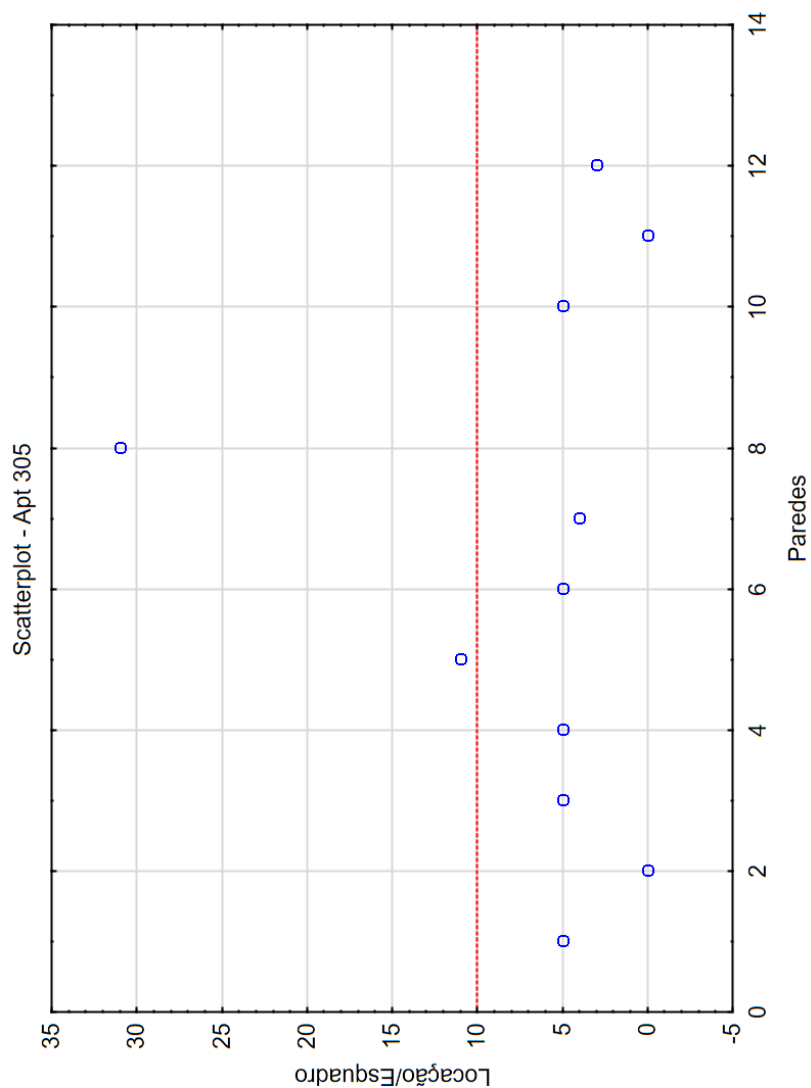


APÊNDICE F – Gráficos de caixa e dispersão referente a juntas verticais









APÊNDICE G – Histogramas

